



Royal Netherlands
Meteorological Institute
Ministry of Infrastructure
and Water Management

Workshop Droogte en Hitte
25 januari 2024 - Driebergen

KNMI'23 KLIMAATSCENARIO'S

VOOR NEDERLAND

KARIN VAN DER WIEL

VIER SCENARIOS VOOR KLIMAATVERANDERING IN NEDERLAND

Het wordt warmer, natter, droger en extremer. De zeespiegel stijgt.



WORKSHOP DROOGTE EN HITTE

▶ Presentatie

- ▶ KNMI'23 scenario methode
- ▶ KNMI'23 kerncijfers - droogte en hitte

▶ Discussie klimaatadaptatie met aanwezigen

- ▶ Ruimte voor vragen
- ▶ Gesprek over klimaatadaptatie m.b.t. toekomstige droogte en hitte
- ▶ Gesprek over hoe de scenario's gebruikt (kunnen) worden

▶ Feedback

- ▶ Gebruikerswensen m.b.t. KNMI informatie

KERNCIJFERS KNMI'23

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1991-2020 = referentie-periode	2050 (2036-2065)				2100 (2086-2115)			
				Ld	Ln	Hd	Hn	Ld	Ln	Hd	Hn
	Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1991-2020			+0,8°C	+0,8°C	+1,5°C	+1,5°C	+0,8°C	+0,8°C	+4,0°C	+4,0°C
	Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1850-1900			+1,7°C	+1,7°C	+2,4°C	+2,4°C	+1,7°C	+1,7°C	+4,9°C	+4,9°C
Jaar	Zeespiegel bij Nederlandse kust	gemiddelde niveau	0 cm ¹	+24 (16 tot 34) cm	+24 (16 tot 34) cm	+27 (19 tot 38) cm	+27 (19 tot 38) cm	+44 (26 tot 73) cm	+44 (26 tot 73) cm	+82 (59 tot 124) cm	+82 (59 tot 124) cm
		tempo van verandering	3 mm/jaar ¹	+3 (1 tot 6) mm/jaar	+3 (1 tot 6) mm/jaar	+5 (4 tot 8) mm/jaar	+5 (4 tot 8) mm/jaar	-1 (-4 tot 4) mm/jaar	-1 (-4 tot 4) mm/jaar	+11 (6 tot 23) mm/jaar	+11 (6 tot 23) mm/jaar
	Temperatuur	gemiddelde	10,5°C	+0,9°C	+0,9°C	+1,6°C	+1,5°C	+0,9°C	+0,9°C	+4,4°C	+4,1°C
	Neerslag	hoeveelheid	851 mm	0%	+3%	-2%	+3%	0%	+3%	-3%	+8%
	Zonnestraling	gemiddelde	120 W/m ²	+5,8 W/m ²	+4,8 W/m ²	+5,4 W/m ²	+2,5 W/m ²	+5,8 W/m ²	+4,8 W/m ²	+7,1 W/m ²	+1,3 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	82%	-1%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	-1%	+1%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	603 mm	+7%	+6%	+9%	+6%	+7%	+6%	+17%	+11%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,8 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s
Winter	Temperatuur	gemiddelde	3,9°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,7°C	+3,9°C
		gemiddelde dagmaximum	6,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,1°C	+1,2°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,5°C	+3,6°C
		gemiddelde dagminimum	1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+4,0°C	+4,2°C
	Neerslag	hoeveelheid	218 mm	+4%	+5%	+4%	+7%	+4%	+5%	+14%	+24%
		aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	57 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+0,6 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+1,1 dagen
		aantal dagen ≥ 10 mm	5,4 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+0,5 dagen	+0,8 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+1,6 dagen	+2,5 dagen
		10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	109 mm ³	-2%	+2%	0%	+2%	-2%	+2%	+8%	+15%
	Zonnestraling	gemiddelde	34 W/m ²	+1,2 W/m ²	+1,5 W/m ²	+0,8 W/m ²	+0,4 W/m ²	+1,2 W/m ²	+1,5 W/m ²	-0,7 W/m ²	-1,5 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	87%	0%	0%	+1%	+1%	0%	0%	+1%	+2%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	5,6 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	+0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	+0,1 m/s	+0,2 m/s
aantal dagen met windrichting tussen noord en west		13 dagen	+0,1 dagen	-0,8 dagen	0,0 dagen	+0,1 dagen	+0,1 dagen	-0,8 dagen	-1,7 dagen	-1,0 dagen	
Lente	Temperatuur	gemiddelde	9,6°C	+0,8°C	+0,7°C	+1,3°C	+1,1°C	+0,8°C	+0,7°C	+3,6°C	+3,3°C
		gemiddelde dagmaximum	13,7°C	+0,9°C	+0,8°C	+1,2°C	+1,0°C	+0,9°C	+0,8°C	+3,3°C	+2,9°C
		gemiddelde dagminimum	5,5°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,4°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,9°C	+3,7°C
	Neerslag	hoeveelheid	153 mm	+1%	+3%	0%	+4%	+1%	+3%	+4%	+10%
	Zonnestraling	gemiddelde	161 W/m ²	+6,6 W/m ²	+5,2 W/m ²	+3,2 W/m ²	+0,8 W/m ²	+6,6 W/m ²	+5,2 W/m ²	-0,2 W/m ²	-4,8 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	78%	-1%	-1%	0%	0%	-1%	-1%	+1%	+2%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	190 mm	+6%	+5%	+6%	+4%	+6%	+5%	+10%	+6%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april en mei	76 mm	+11%	+6%	+15%	+5%	+11%	+6%	+21%	+8%
Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	+0,1 m/s	0,0 m/s	
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,7°C	+1,2°C	+1,1°C	+5,1°C	+4,7°C
		gemiddelde dagmaximum	21,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+5,4°C	+4,7°C
		gemiddelde dagminimum	12,9°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,9°C	+1,8°C	+1,0°C	+1,0°C	+5,0°C	+4,9°C
	Neerslag	hoeveelheid	235 mm	-8%	-2%	-13%	-5%	-8%	-2%	-29%	-12%

Zie gebruikersrapport

of het dataportaal:
klimaatsscenario-data.knmi.nl



Winter	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	603 mm	+7%	+6%	+9%	+6%	+7%	+6%	+17%	+11%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,8 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s
	Temperatuur	gemiddelde	3,9°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,7°C	+3,9°C
		gemiddelde dagmaximum	6,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,1°C	+1,2°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,5°C	+3,6°C
		gemiddelde dagminimum	1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+4,0°C	+4,2°C
	Neerslag	hoeveelheid	218 mm	+4%	+5%	+4%	+7%	+4%	+5%	+14%	+24%
		aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	57 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+0,6 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+1,1 dagen
		aantal dagen ≥ 10 mm	5,4 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+0,5 dagen	+0,8 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+1,6 dagen	+2,5 dagen
		10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	109 mm ³	-2%	+2%	0%	+2%	-2%	+2%	+8%	+15%
	Zonnestraling	gemiddelde	34 W/m ²	+1,2 W/m ²	+1,5 W/m ²	+0,8 W/m ²	+0,4 W/m ²	+1,2 W/m ²	+1,5 W/m ²	-0,7 W/m ²	-1,5 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	87%	0%	0%	+1%	+1%	0%	0%	+1%	+2%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	5,6 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	+0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	+0,1 m/s	+0,2 m/s
aantal dagen met windrichting tussen noord en west		13 dagen	+0,1 dagen	-0,8 dagen	0,0 dagen	+0,1 dagen	+0,1 dagen	-0,8 dagen	-1,7 dagen	-1,0 dagen	
Lente	Temperatuur	gemiddelde	9,6°C	+0,8°C	+0,7°C	+1,3°C	+1,1°C	+0,8°C	+0,7°C	+3,6°C	+3,3°C
		gemiddelde dagmaximum	13,7°C	+0,9°C	+0,8°C	+1,2°C	+1,0°C	+0,9°C	+0,8°C	+3,3°C	+2,9°C
		gemiddelde dagminimum	5,5°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,4°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,9°C	+3,7°C
	Neerslag	hoeveelheid	153 mm	+1%	+3%	0%	+4%	+1%	+3%	+4%	+10%
	Zonnestraling	gemiddelde	161 W/m ²	+6,6 W/m ²	+5,2 W/m ²	+3,2 W/m ²	+0,8 W/m ²	+6,6 W/m ²	+5,2 W/m ²	-0,2 W/m ²	-4,8 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	78%	-1%	-1%	0%	0%	-1%	-1%	+1%	+2%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	190 mm	+6%	+5%	+6%	+4%	+6%	+5%	+10%	+6%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april en mei	76 mm	+11%	+6%	+15%	+5%	+11%	+6%	+21%	+8%
Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	+0,1 m/s	0,0 m/s	
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,7°C	+1,2°C	+1,1°C	+5,1°C	+4,7°C
		gemiddelde dagmaximum	21,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+5,4°C	+4,7°C
		gemiddelde dagminimum	12,9°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,9°C	+1,8°C	+1,0°C	+1,0°C	+5,0°C	+4,9°C
	Neerslag	hoeveelheid	235 mm	-8%	-2%	-13%	-5%	-8%	-2%	-29%	-12%
		1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden ⁴	63 mm ³	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+6 (2 tot 9)%	+9 (5 tot 14)%	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+15 (5 tot 26)%	+26 (12 tot 41)%
		uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden ⁴	16 mm ³	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+6 (2 tot 9)%	+11 (6 tot 16)%	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+15 (5 tot 26)%	+31 (17 tot 46)%
	Zonnestraling	gemiddelde	206 W/m ²	+12 W/m ²	+9,1 W/m ²	+14 W/m ²	+7,4 W/m ²	+12 W/m ²	+9,1 W/m ²	+24 W/m ²	+11 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	77%	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%	-4%	-1%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	286 mm	+8%	+6%	+11%	+7%	+8%	+6%	+22%	+14%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april t/m september	160 mm	+22%	+13%	+35%	+15%	+22%	+13%	+79%	+37%
maximaal neerslagtekort april t/m september dat eens in de 10 jaar wordt overschreden		265 mm	+16%	+9%	+30%	+16%	+16%	+9%	+63%	+30%	
Wind	gemiddelde windsnelheid	4,2 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,2 m/s	
Herfst	Temperatuur	gemiddelde	11,2°C	+1,0°C	+0,9°C	+1,8°C	+1,6°C	+1,0°C	+0,9°C	+5,0°C	+4,8°C
		gemiddelde dagmaximum	14,5°C	+1,1°C	+1,1°C	+1,9°C	+1,6°C	+1,1°C	+1,1°C	+5,1°C	+4,6°C
		gemiddelde dagminimum	7,8°C	+0,9°C	+0,9°C	+1,8°C	+1,7°C	+0,9°C	+0,9°C	+5,1°C	+5,1°C
	Neerslag	hoeveelheid	245 mm	+4%	+5%	+1%	+4%	+4%	+5%	+1%	+13%
	Zonnestraling	gemiddelde	77 W/m ²	+3,7 W/m ²	+3,5 W/m ²	+3,7 W/m ²	+1,4 W/m ²	+3,7 W/m ²	+3,5 W/m ²	+5,4 W/m ²	+1,0 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	85%	-1%	0%	-1%	0%	-1%	0%	-1%	0%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,1 m/s

Zie gebruikersrapport

of het dataportaal:
klimaatsscenarios-data.knmi.nl

ACHTERGROND SCENARIOS: UITGANGSPUNTEN

- ▶ Scenario's op basis van:
 - ▶ Laatste inzichten klimaatwetenschap en laatste IPCC rapport
 - ▶ Meest recente experimenten met mondiale klimaatmodellen
- ▶ Nuttig en bruikbaar voor (beleids)vragen in Nederland
- ▶ Een kleine set generieke scenario's

TOEKOMSTIG KLIMAAT HANGT AF VAN

1. Menselijke activiteiten:

- ▶ Broeikasgas uitstoot
- ▶ Aerosol uitstoot
- ▶ Landgebruik

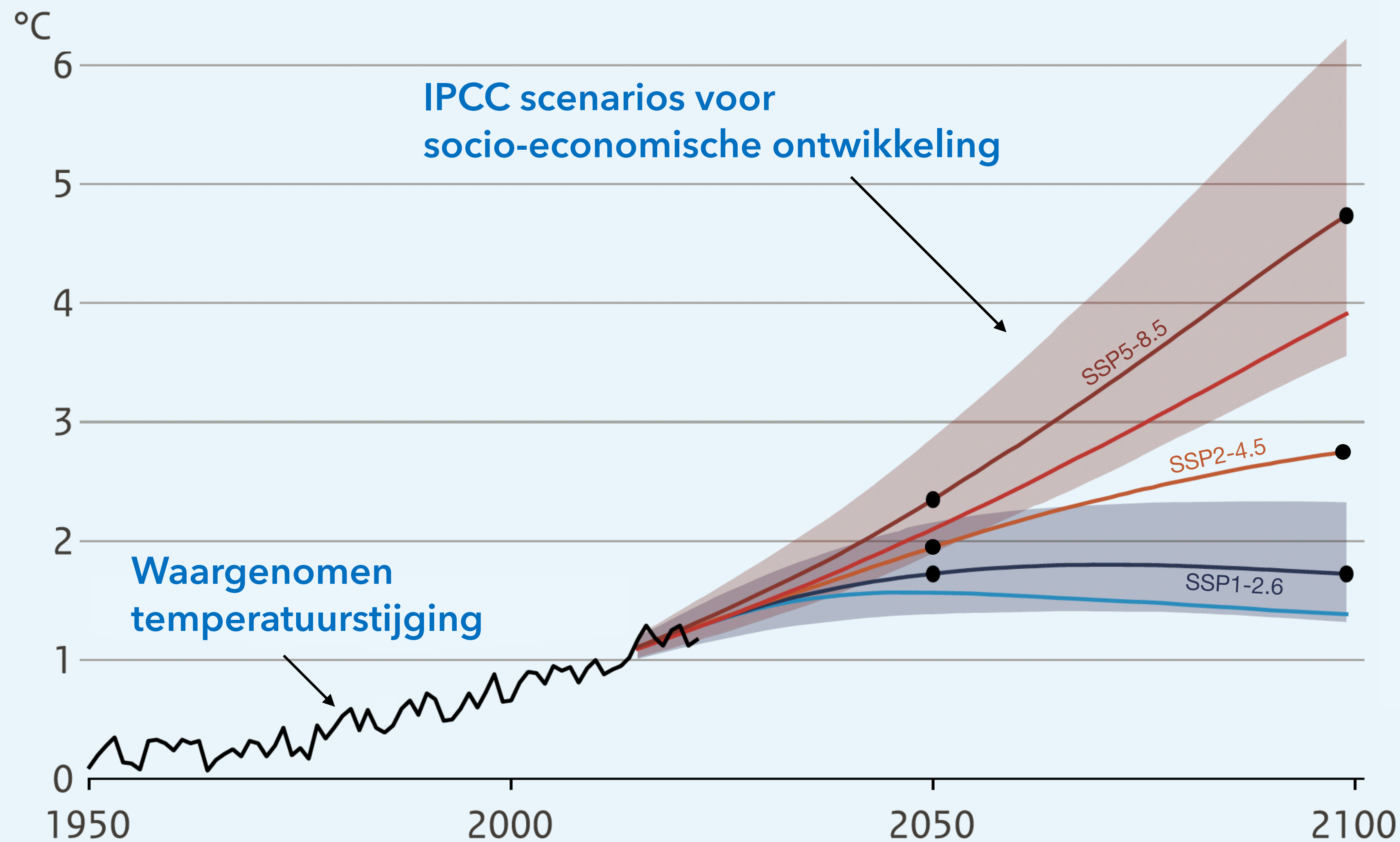
2. Reactie van het klimaat:

- ▶ Mondiale opwarming ('klimaatgevoeligheid')
- ▶ Regionale processen (bijv. wind, uitdroging bodem, zeestromingen)

TOEKOMSTIG KLIMAAT HANGT AF VAN

1. Menselijke activiteiten: → IPCC scenario's voor sociaal-economische ontwikkeling
 - ▶ Broeikasgas uitstoot
 - ▶ Aerosol uitstoot
 - ▶ Landgebruik
2. Reactie van het klimaat: → Berekeningen met set van 33 mondiale klimaatmodellen
 - ▶ Mondiale opwarming ('klimaatgevoeligheid')
 - ▶ Regionale processen (bijv. wind, uitdroging bodem, zeestromingen)

KEUZE: BESTE SCHATTING MONDIALE OPWARMING BIJ 3 UITSTOOTSCENARIO'S



- Menselijke activiteit
- Klimaatgevoeligheid

Hoge uitstoot

Matige uitstoot

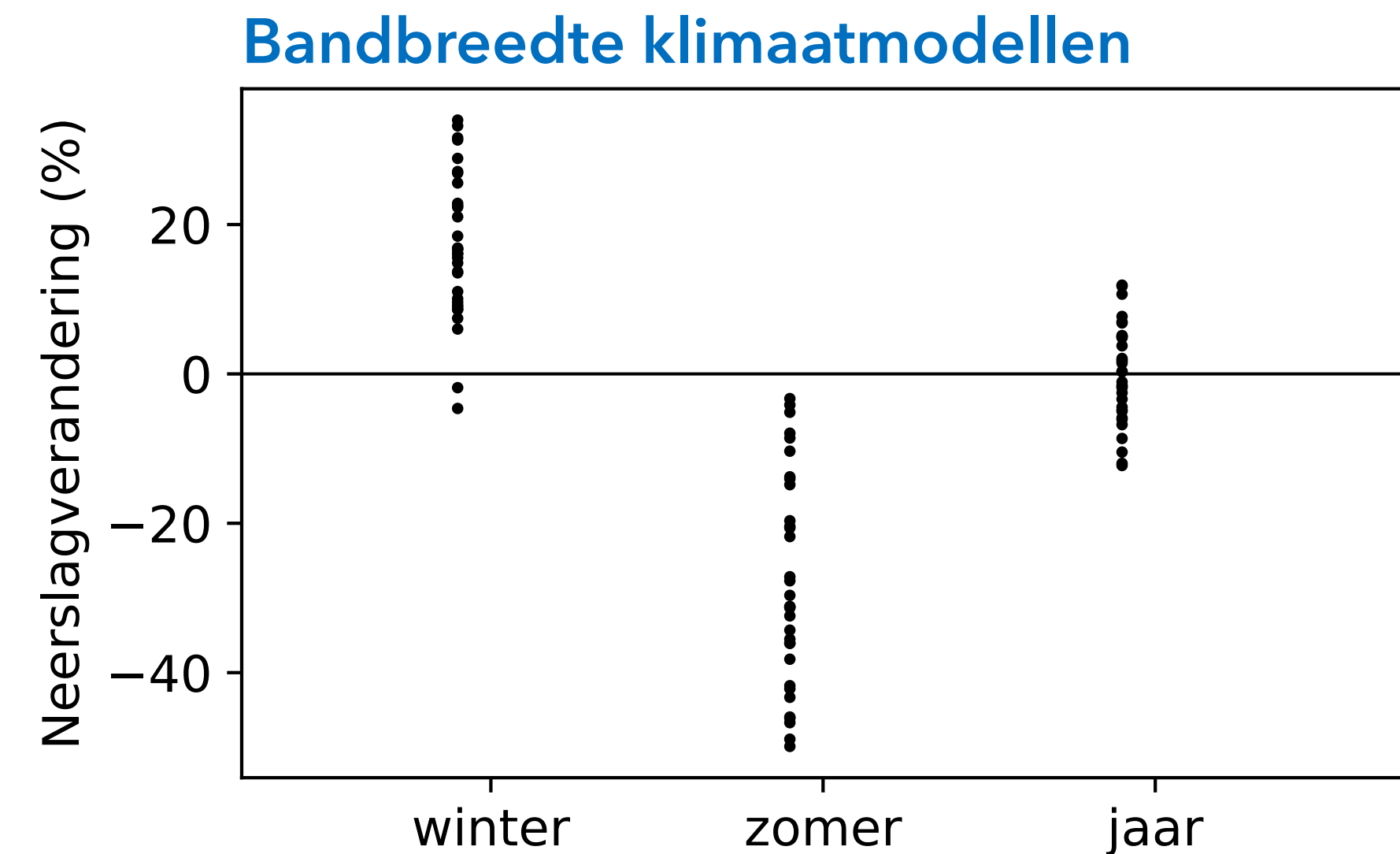
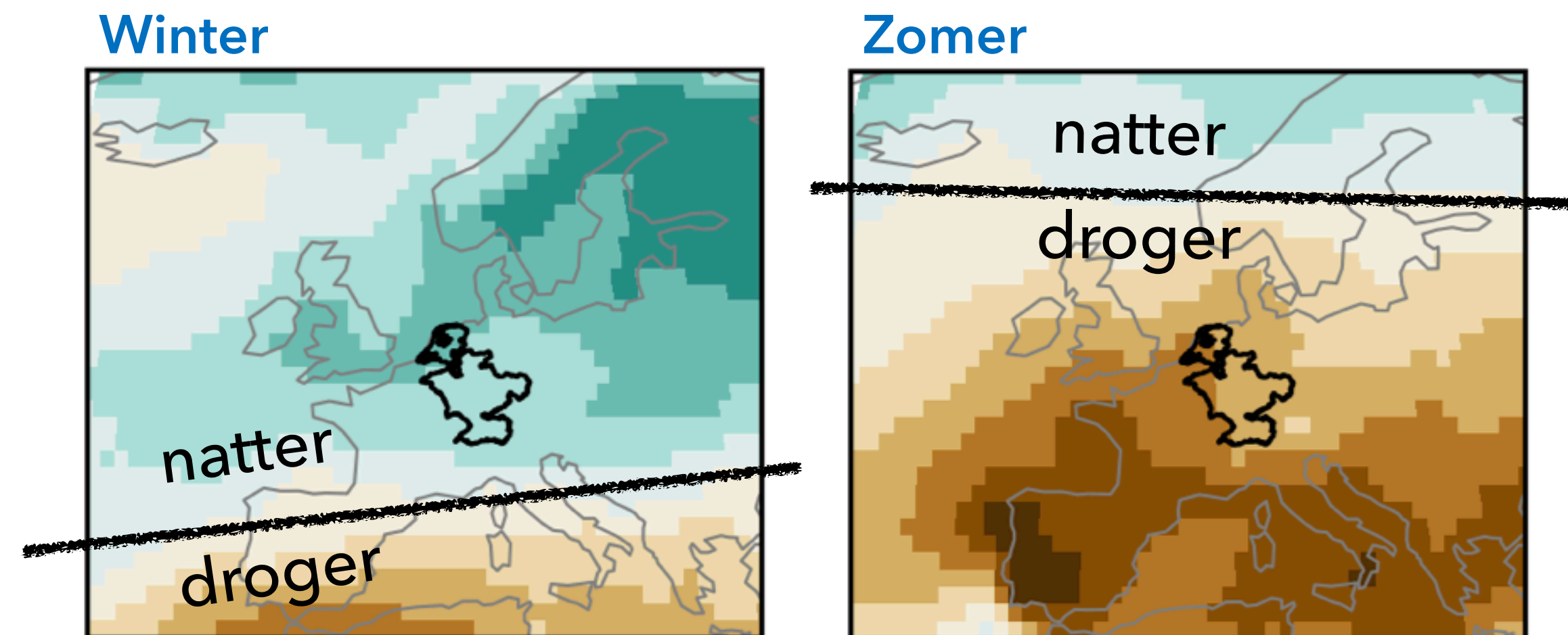
Lage uitstoot

SPREIDING IN DE UITKOMSTEN VAN DE KLIMAATMODELLEN

Oorzaak grenzen van wetenschappelijke kennis, kleinschalige processen in modellen

Consequentie onzekerheid in locatie overgangsgebied vernattend-Noord Europa en verdrogend-Zuid Europa

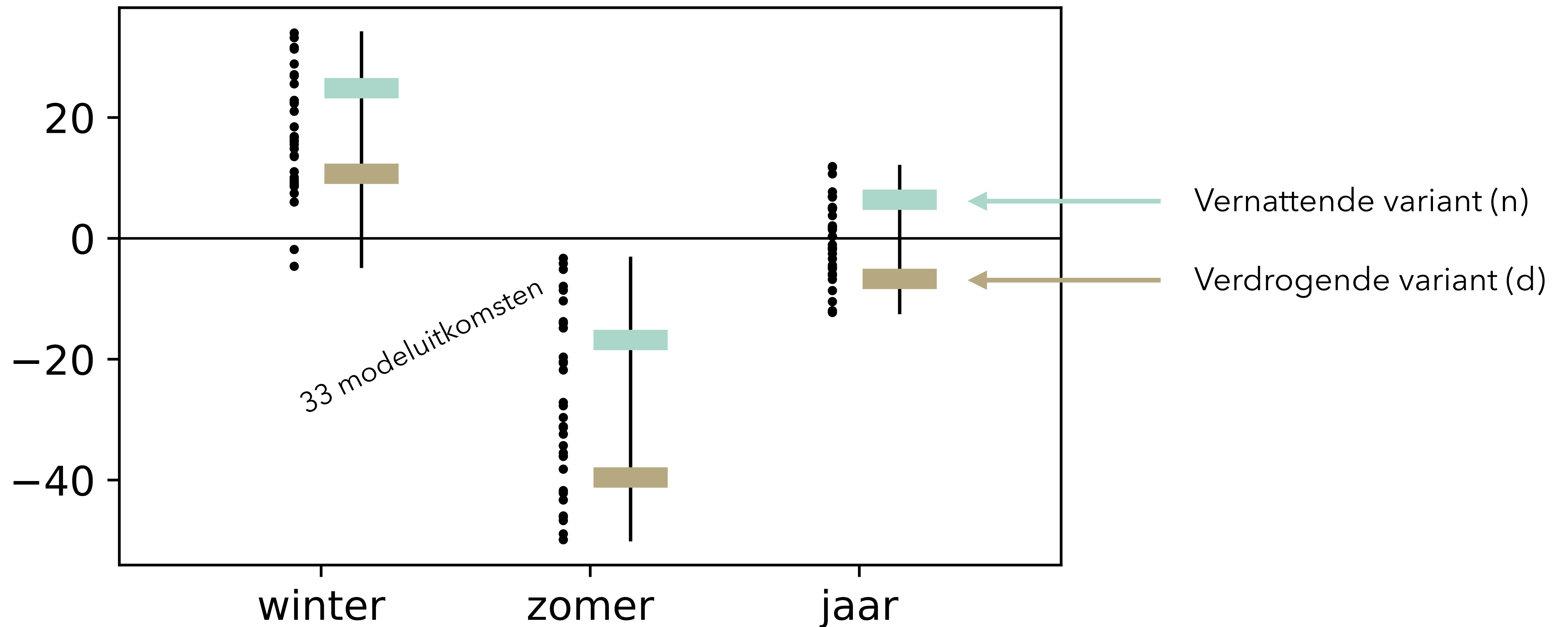
Hoort Nederland klimatologisch bij Noord- of Zuid-Europa?



KEUZE: SPREIDING REPRESENTEREN MET 2 SCENARIO VARIANTEN

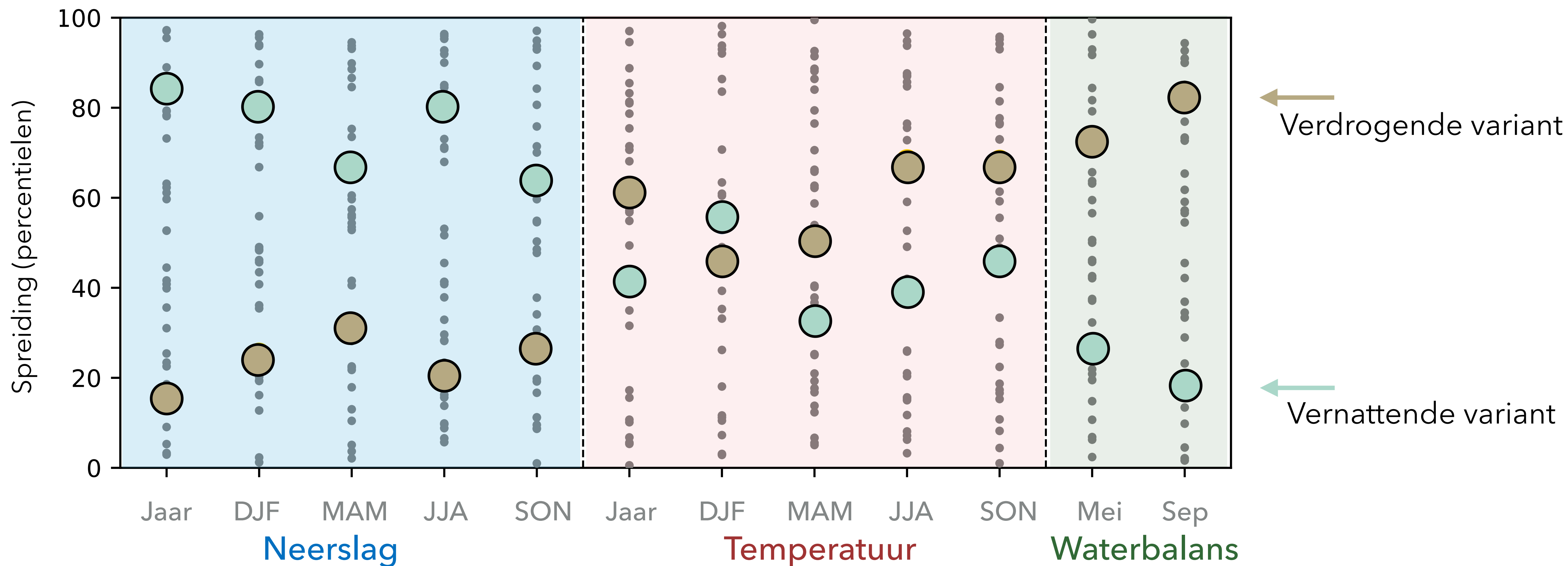
Neerslagverandering Nederland en Maas- en Rijnstroomgebied
(% t.o.v. 1991-2020)

- Regionale processen



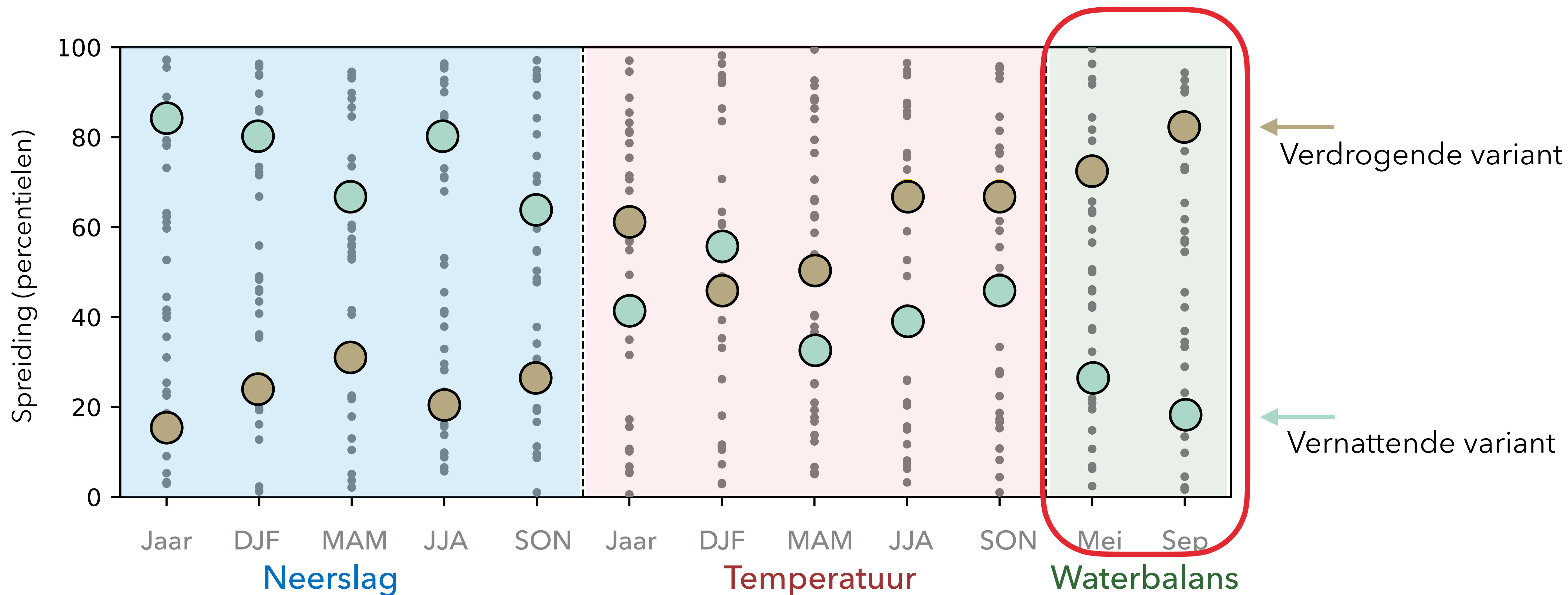
CONTROLE: DEKKING REGIONALE ONZEKERHEID DOOR 2 VARIANTEN

- ▶ Gegeven de mondiale opwarming bij ieder uitstootscenario (L, M, of H)
- ▶ De 2 varianten dekken spreiding neerslag & droogte goed; temperatuur minder



CONTROLE: DEKKING REGIONALE ONZEKERHEID DOOR 2 VARIANTEN

- ▶ Gegeven de mondiale opwarming bij ieder uitstootscenario (L, M, of H)
- ▶ De 2 varianten dekken spreiding neerslag & **droogte** goed; temperatuur minder



METHODIEK BESCHRIJVING

- ▶ Wetenschappelijk rapport www.knmi.nl/klimaatscenarios
- ▶ Wetenschappelijk artikel, Earth's Future (binnenkort online)

Earth's Future

RESEARCH ARTICLE

10.1029/2023EF003983

Key Points:

- We present a methodology for the construction of regional climate scenarios using a storyline approach to partition uncertainty
- Results from CMIP6 are reconstructed with a GCM-RCM initial condition ensemble to produce high-resolution scenario data for end-users
- Six scenario variants cover emission uncertainty (high, moderate, low) and uncertainty in the regional response (dry-trending, wet-trending)

Supporting Information:

Supporting Information may be found in the online version of this article.

Correspondence to:

K. van der Wiel,
wiel@knmi.nl

Citation:

van der Wiel, K., Beersma, J., van den Brink, H., Krikken, F., Selten, F., Severijns, C., et al. (2024). KNMI'23 climate scenarios for the Netherlands: Storyline scenarios of regional climate change. *Earth's Future*, 12, e2023EF003983. <https://doi.org/10.1029/2023EF003983>

Received 21 JULY 2023

Accepted 31 DEC 2023

KNMI'23 Climate Scenarios for the Netherlands: Storyline Scenarios of Regional Climate Change

Karin van der Wiel¹, Jules Beersma¹, Henk van den Brink¹, Folmer Krikken², Frank Selten¹, Camiel Severijns¹, Andreas Sterl¹, Erik van Meijgaard¹, Thomas Reerink¹, and Rob van Dorland¹

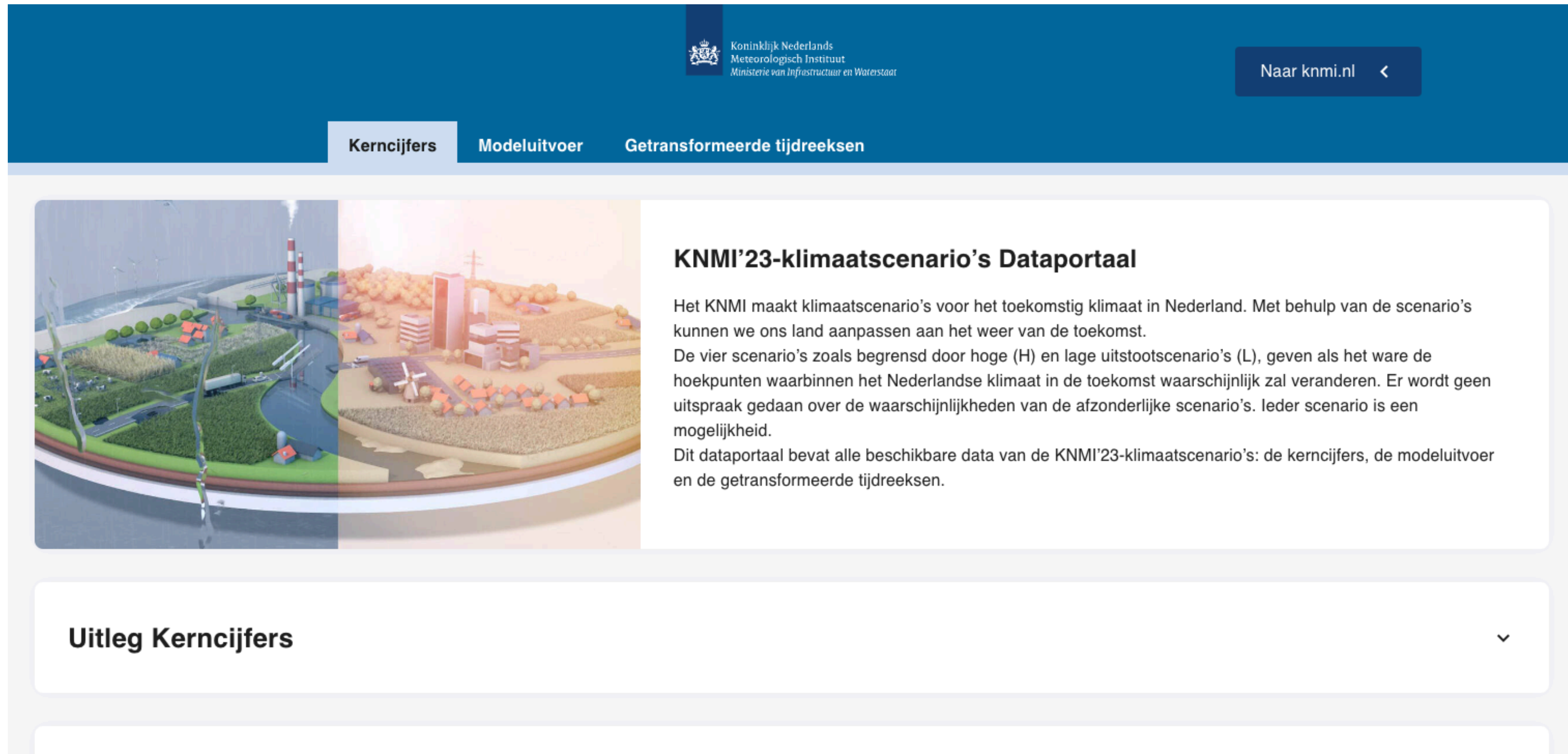
¹Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), De Bilt, The Netherlands, ²Climateradar, Randwijk, The Netherlands

Abstract This paper presents the methodology for the construction of the KNMI'23 national climate scenarios for the Netherlands. We have developed six scenarios, that cover a substantial part of the uncertainty in CMIP6 projections of future climate change in the region. Different sources of uncertainty are disentangled as much as possible, partly by means of a storyline approach. Uncertainty in future emissions is covered by making scenarios conditional on different SSP scenarios (SSP1-2.6, SSP2-4.5, and SSP5-8.5). For each SSP scenario and time horizon (2050, 2100, 2150), we determine a global warming level based on the median of the constrained estimates of climate sensitivity from IPCC AR6. The remaining climate model uncertainty of the regional climate response at these warming levels is covered by two storylines, which are designed with a focus on the annual and seasonal mean precipitation response (a dry-trending and wet-trending variant for each SSP). This choice was motivated by the importance of future water management to society. For users with specific interests we provide means how to account for the impact of the uncertainty in climate sensitivity. Since CMIP6 GCM data do not provide the required spatial detail for impact modeling, we reconstruct the CMIP6 responses by resampling internal variability in a GCM-RCM initial-condition ensemble. The resulting climate scenarios form a detailed storyline of plausible future climates in the Netherlands. The data can be used for impact calculations and assessments by stakeholders, and will be used to inform policy making in different sectors of Dutch society.

Plain Language Summary To prepare society for the effects of future climate change, we need to know what the future climate will be like. In this paper we explain the method that is used to construct six different scenarios that describe possible future climates of the Netherlands. The scenarios make assumptions about future greenhouse gas emissions, and are based on the outcomes of climate models that simulate the response of the climate to these emissions. The KNMI'23 climate scenarios show that strongly reducing global emissions strongly reduces the expected changes in the climate of the Netherlands. In the scenario in which global emissions continue to rise until 2080, Dutch society will have to adapt to a much stronger increases in heat and precipitation extremes, increased risks of droughts with low river discharge in summer, and increased

SCENARIO-PRODUCTEN

Dataportaal: klimaatscenario-data.knmi.nl



The screenshot shows the top navigation bar of the KNMI'23 climate scenario data portal. The header is dark blue with the KNMI logo and name on the left, and a button labeled 'Naar knmi.nl' with a left arrow on the right. Below the header is a secondary navigation bar with three tabs: 'Kerncijfers' (selected), 'Modeluitvoer', and 'Getransformeerde tijdreeksen'. The main content area features a large image on the left showing a 3D rendering of a coastal landscape with a river, wind turbines, and buildings. To the right of the image is a text block with the title 'KNMI'23-klimaatscenario's Dataportaal' and three paragraphs of introductory text. Below the text block is a white box with the title 'Uitleg Kerncijfers' and a downward-pointing chevron icon on the right side.

Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Naar knmi.nl <

Kerncijfers Modeluitvoer Getransformeerde tijdreeksen

KNMI'23-klimaatscenario's Dataportaal

Het KNMI maakt klimaatscenario's voor het toekomstig klimaat in Nederland. Met behulp van de scenario's kunnen we ons land aanpassen aan het weer van de toekomst.

De vier scenario's zoals begrensd door hoge (H) en lage uitstootscenario's (L), geven als het ware de hoekpunten waarbinnen het Nederlandse klimaat in de toekomst waarschijnlijk zal veranderen. Er wordt geen uitspraak gedaan over de waarschijnlijkheden van de afzonderlijke scenario's. Ieder scenario is een mogelijkheid.

Dit dataportaal bevat alle beschikbare data van de KNMI'23-klimaatscenario's: de kerncijfers, de modeluitvoer en de getransformeerde tijdreeksen.

Uitleg Kerncijfers ▾

SCENARIO-PRODUCTEN

Dataportaal: klimaatscenarios-data.knmi.nl

► Kerncijfers

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1991-2020 = referentie- periode	2050 (2036-2065)				2100 (2086-2115)			
				Ld	Ln	Hd	Hn	Ld	Ln	Hd	Hn
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,7°C	+1,2°C	+1,1°C	+5,1°C	+4,7°C
		gemiddelde dagmaximum	21,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+5,4°C	+4,7°C
		gemiddelde dagminimum	12,9°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,9°C	+1,8°C	+1,0°C	+1,0°C	+5,0°C	+4,9°C
	Neerslag	hoeveelheid	235 mm	-8%	-2%	-13%	-5%	-8%	-2%	-29%	-12%
		1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden ⁴	63 mm ³	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+6 (2 tot 9)%	+9 (5 tot 14)%	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+15 (5 tot 26)%	+26 (12 tot 41)%
		uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden ⁴	16 mm ³	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+6 (2 tot 9)%	+11 (6 tot 16)%	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+15 (5 tot 26)%	+31 (17 tot 46)%
	Zonnestraling	gemiddelde	206 W/m ²	+12 W/m ²	+9,1 W/m ²	+14 W/m ²	+7,4 W/m ²	+12 W/m ²	+9,1 W/m ²	+24 W/m ²	+11 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	77%	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%	-4%	-1%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	286 mm	+8%	+6%	+11%	+7%	+8%	+6%	+22%	+14%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april t/m september	160 mm	+22%	+13%	+35%	+15%	+22%	+13%	+79%	+37%
		maximaal neerslagtekort april t/m september dat eens in de 10 jaar wordt overschreden	265 mm	+16%	+9%	+30%	+16%	+16%	+9%	+63%	+30%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,2 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,2 m/s

SCENARIO-PRODUCTEN

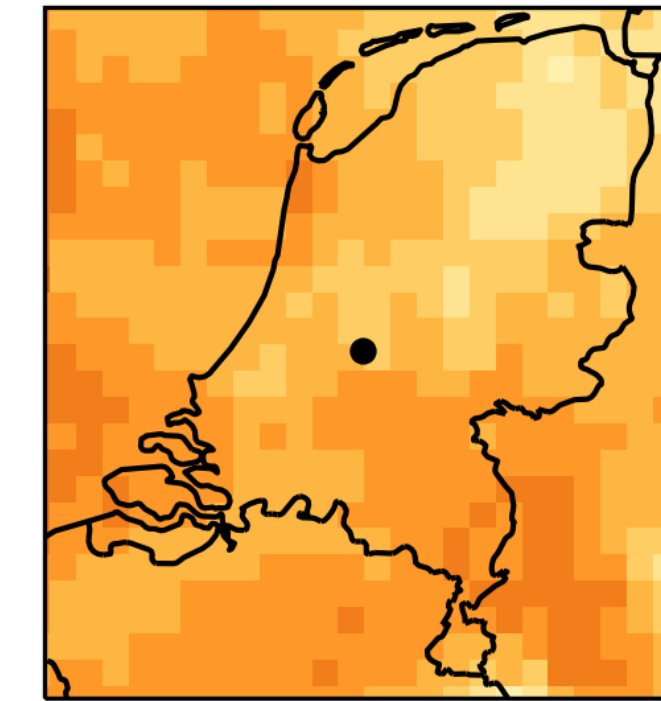
Dataportaal: klimaatscenarios-data.knmi.nl

► Kerncijfers

► Modeluitvoer

- RACMO model data, bias-gecorrigeerd, op een regelmatig grid
 - Voordelen: 8x30 jaar, verandering in opeenvolging weersituaties
 - Nadelen: veel data, geen directe link met weer uit het verleden

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1971-2020 referentieperiode	2050 (2036-2065)				2100 (2086-2115)			
				Ld	En	Hd	Ho	Ld	En	Hd	Ho
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,2°C	+1,1°C	+5,1°C	+6,2°C	
		gemiddelde dagmaximum	21,3°C	+1,6°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,6°C	+1,2°C	+5,6°C	+6,9°C	
Neerslag	Toewijding	1-dagse neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden*	65 mm ¹	+4	+5	+6	+8	+4	+5	+26	
		waarschijnelijke neerslag die eens per jaar wordt overschreden*	16 mm ¹	+4	+6	+5	+11	+4	+6	+15	+31
		waarschijnelijke neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	23 mm	-8%	-2%	-13%	-15%	-8%	-2%	-29%	-32%
Zonnestraling	gemiddelde	206 Wh/m ²	+12 Wh/m ²	+8,1 Wh/m ²	+14 Wh/m ²	+7,4 Wh/m ²	+12 Wh/m ²	+9,1 Wh/m ²	+24 Wh/m ²	+11 Wh/m ²	
		gemiddelde relatieve vochtigheid ²	77%	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%	-6%	-1%
Vochtheid	potentiële verdamping (Maximaal)	266 mm	-6%	-6%	+11%	+7%	-6%	-6%	-22%	+16%	
		maximaal neerslagtekort april t/m september	160 mm	+2%	+1%	+13%	+13%	+22%	+13%	+79%	+17%
Droogte	maximaal neerslagtekort april t/m september die eens in de 10 jaar wordt overschreden	265 mm	+16%	+9%	+30%	+16%	+16%	+9%	+63%	+30%	
		gemiddelde windsnelheid	4,2 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,2 m/s	



SCENARIO-PRODUCTEN

Dataportaal: klimaatsscenarios-data.knmi.nl

► Kerncijfers

► Modeluitvoer

► RACMO model data, bias-gecorrigeerd, op een regelmatig grid

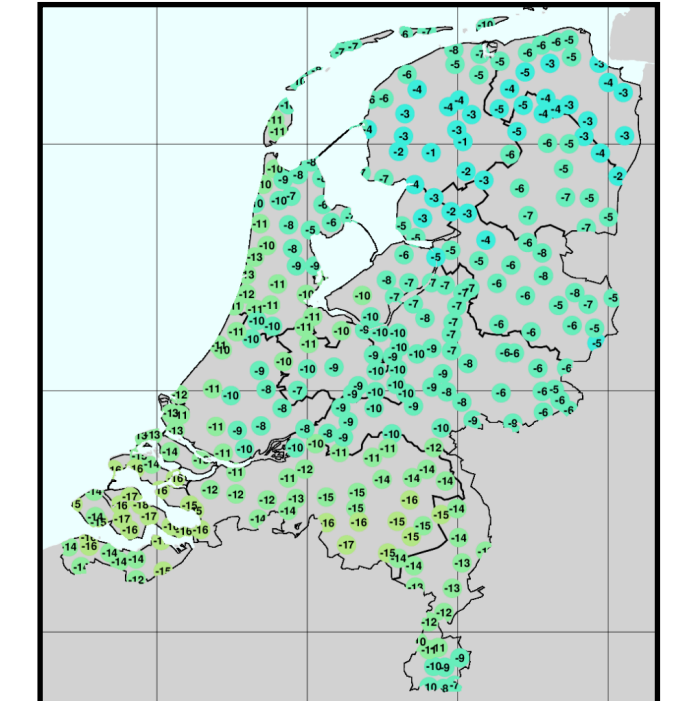
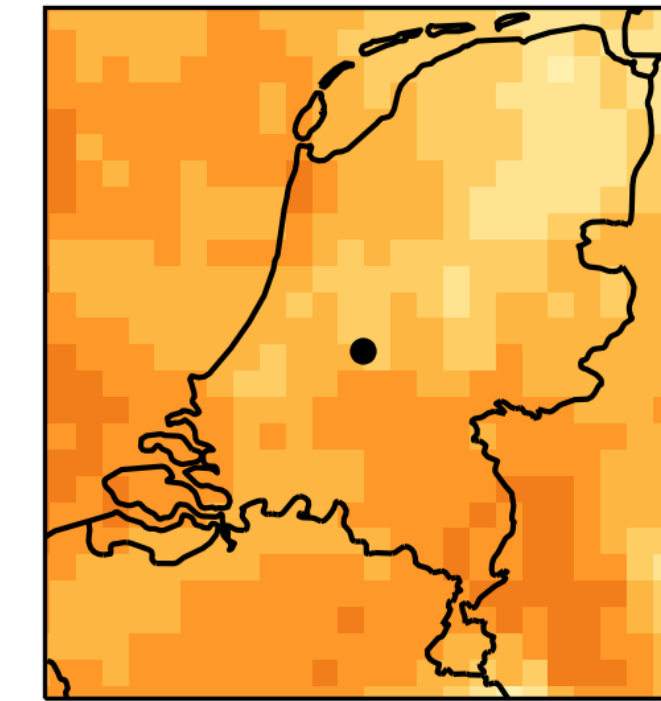
- Voordelen: 8x30 jaar, verandering in opeenvolging weersituaties
- Nadelen: veel data, geen directe link met weer uit het verleden

► Getransformeerde tijdreeksen

► Waargenomen weer 1991-2020, getransformeerd naar de scenario-toekomst

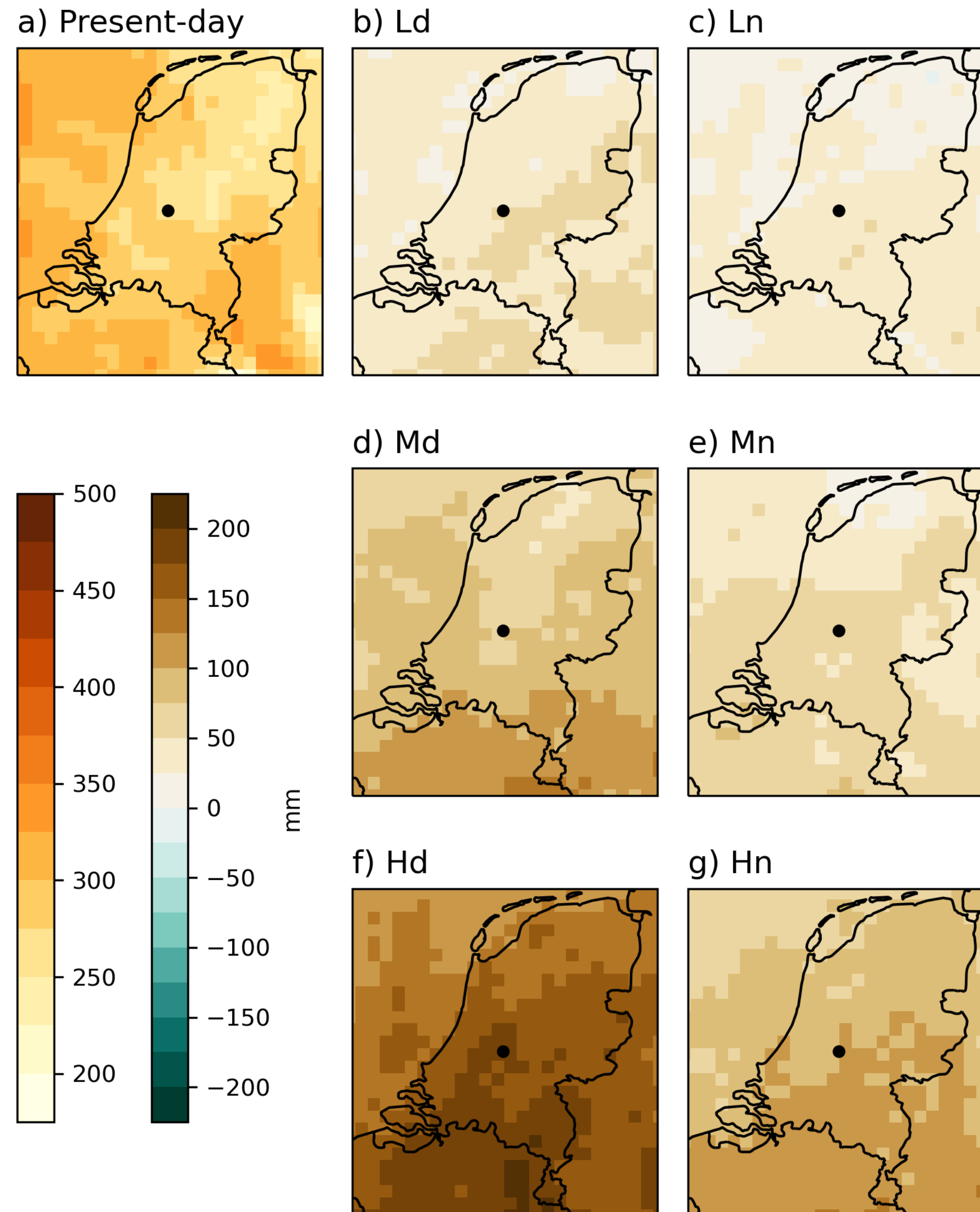
- Voordelen: directe link met verleden, en ervaringen
- Nadelen: geen verandering in opeenvolging weersituaties

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1991-2020 = referentieperiode	2050 (2036-2055)				2100 (2096-2115)			
				Ld	Ea	Hd	Ha	Ld	Ea	Hd	Ha
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,2°C	+1,1°C	+5,1°C	+6,2°C	
		gemiddelde dagmaximum	21,3°C	+1,6°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,6°C	+1,2°C	+5,6°C	+6,7°C	
		gemiddelde dagminimum	13,3°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,0°C	+3,0°C	+4,9°C	
Neerslag	hoeveelheid	1-daagse neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden*	65 mm ¹	+4	+5	+6	+8	+4	+5	+15	+26
		waarschijnelijkheid dat eens per jaar wordt overschreden*	16 mm ¹	-4	-4	-4	-11	-4	-4	+10	+31
		maximaal neerslagkuurt april t/m september	206 mm ²	+12 mm ²	+8,1 mm ²	+14 mm ²	+7,4 mm ²	+12 mm ²	+9,1 mm ²	+24 mm ²	+11 mm ²
Zonnestraling	gemiddelde	206 Wh/m ²	+12 Wh/m ²	+8,1 Wh/m ²	+14 Wh/m ²	+7,4 Wh/m ²	+12 Wh/m ²	+9,1 Wh/m ²	+24 Wh/m ²	+11 Wh/m ²	
Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ³	77%	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%	-6%	-7%	
Verdamping	potentiële verdamping (Maxwell)	266 mm	+6%	+6%	+11%	+7%	+6%	+6%	+22%	+16%	
Droogte	maximaal neerslagkuurt april t/m september	160 mm	+2%	+1%	+1%	+1%	+1%	+1%	+7%	+17%	
Wind	gemiddelde windsnelheid	maximaal neerslagkuurt april t/m september die eens in de 10 jaar wordt overschreden	265 mm	+16%	+9%	+16%	+16%	+9%	+6%	+10%	
		gemiddelde windsnelheid	4,2 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,2 m/s	



Zie ook workshop Gebruik van tijdreeksen voor de toekomst

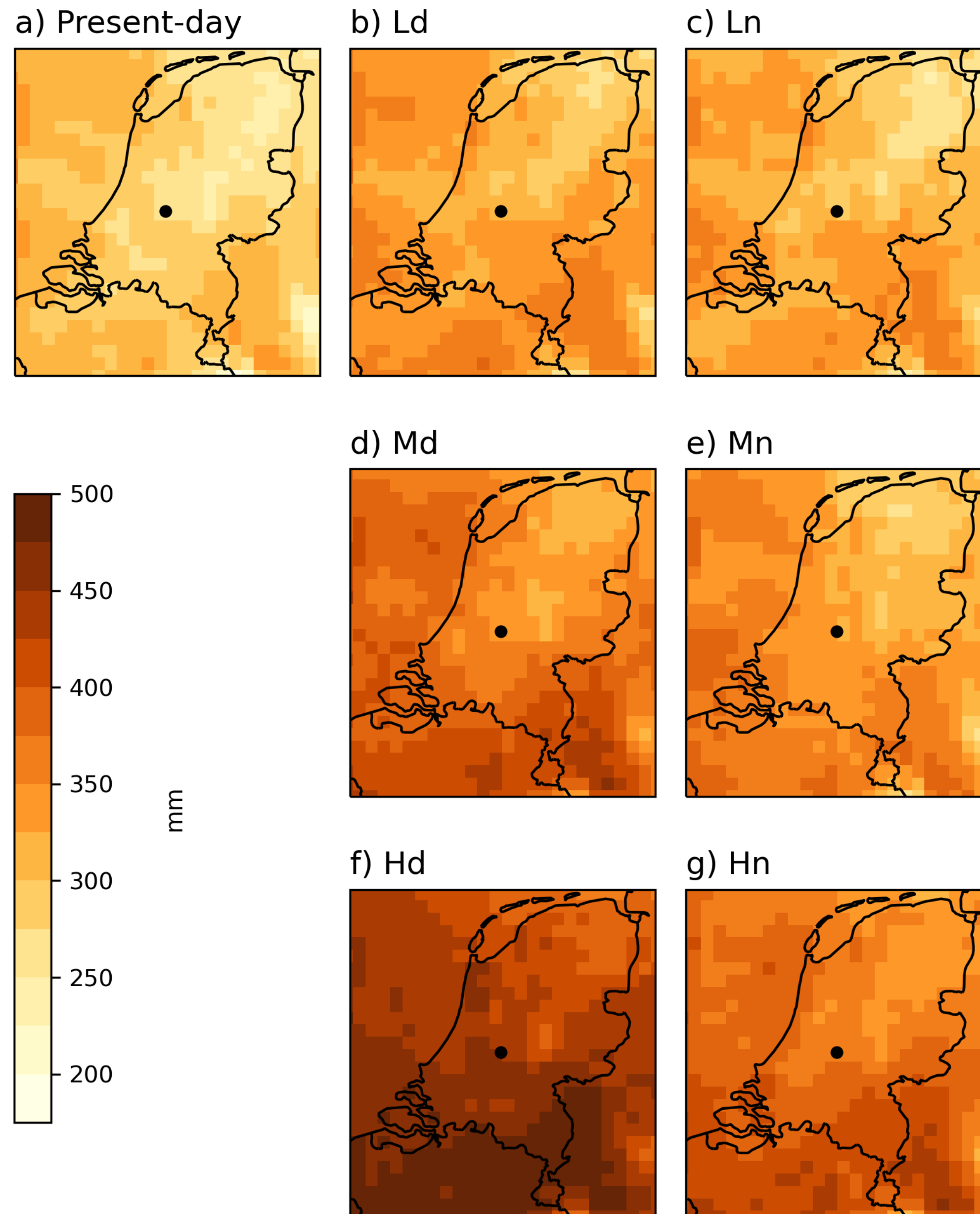
METEOROLOGISCHE DROOGTE



- ▶ Neerslagtekort op 1 september
- ▶ Huidig klimaat
- ▶ Verandering 2100

5% droogste jaren

METEOROLOGISCHE DROOGTE



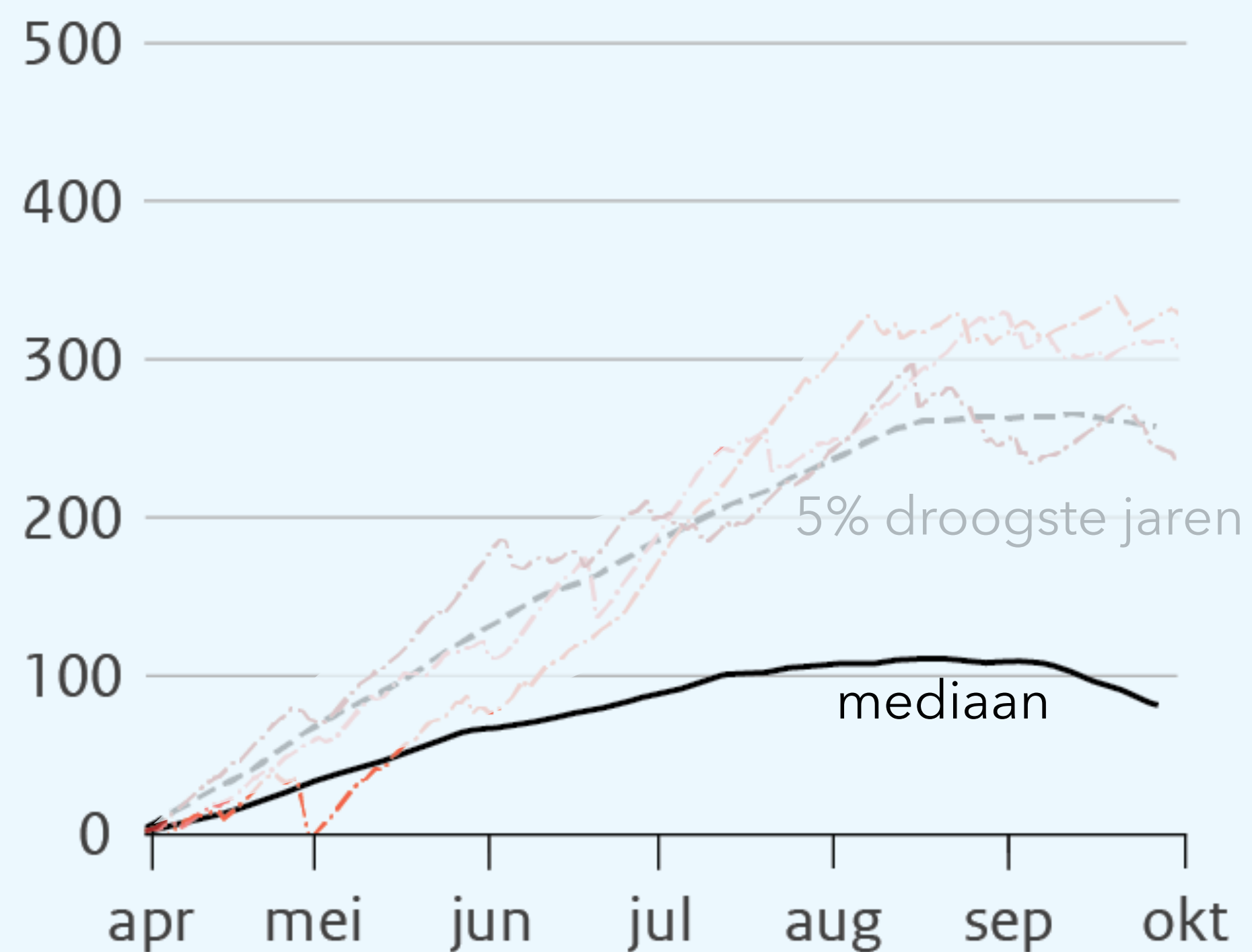
- ▶ Neerslagtekort op 1 september
- ▶ Huidig klimaat
- ▶ Scenario waarde 2100

5% droogste jaren

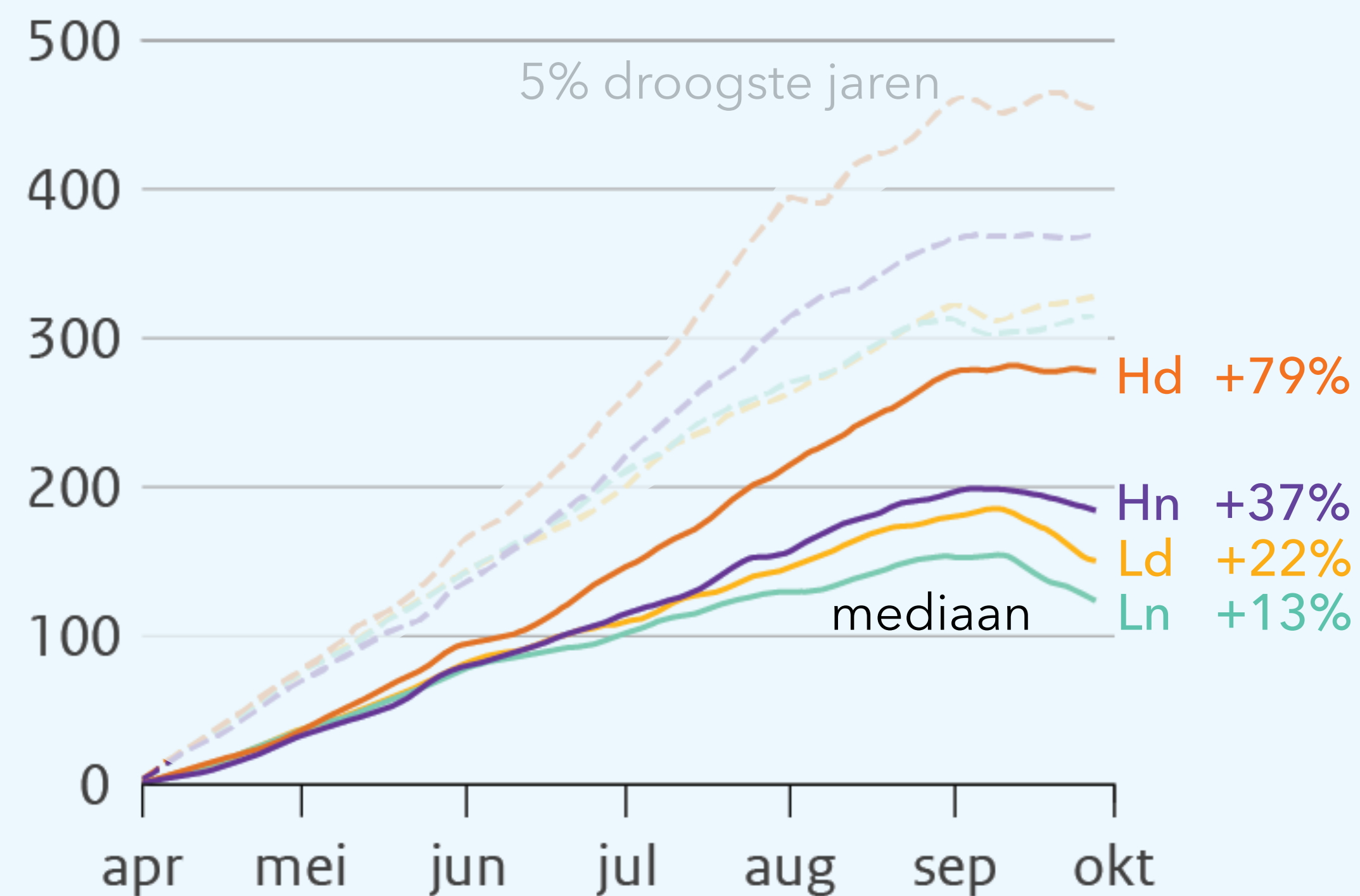
METEOROLOGISCHE DROOGTE

- ▶ Veranderingen in maximaal neerslagtekort (apr - sep), De Bilt

mm **Huidig klimaat**



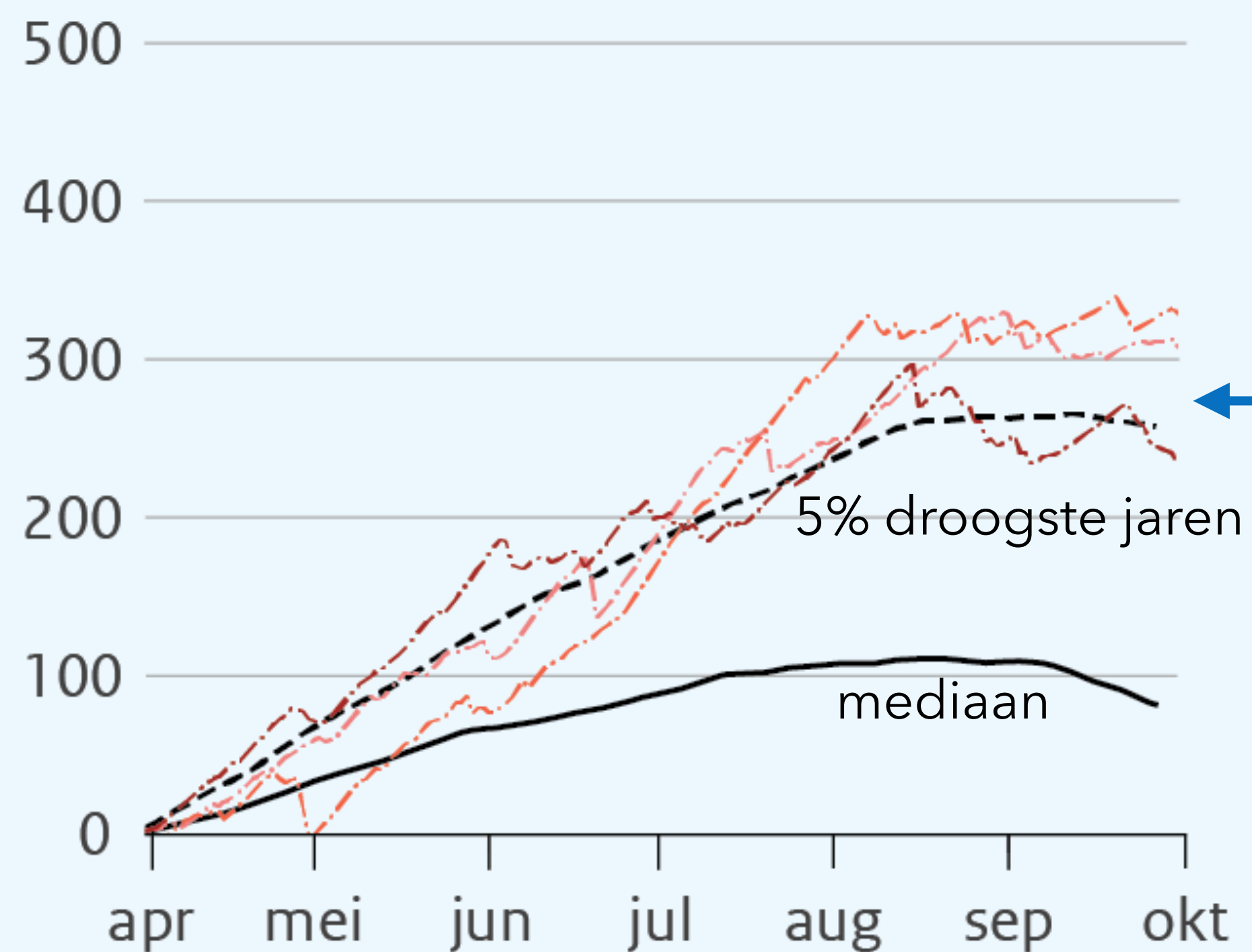
mm **Scenario's 2100**



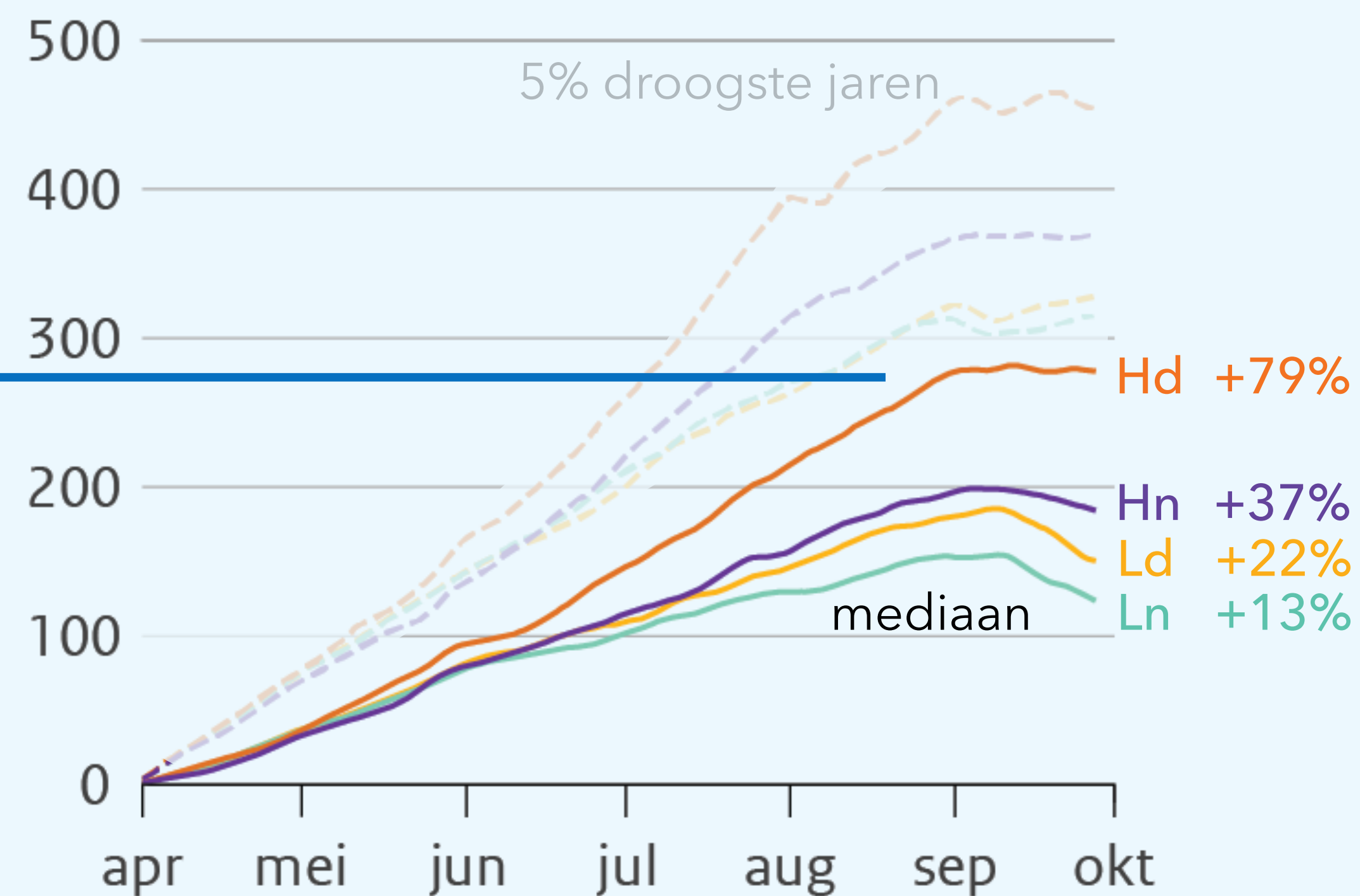
METEOROLOGISCHE DROOGTE

- ▶ Veranderingen in maximaal neerslagtekort (apr - sep), De Bilt

mm **Huidig klimaat**



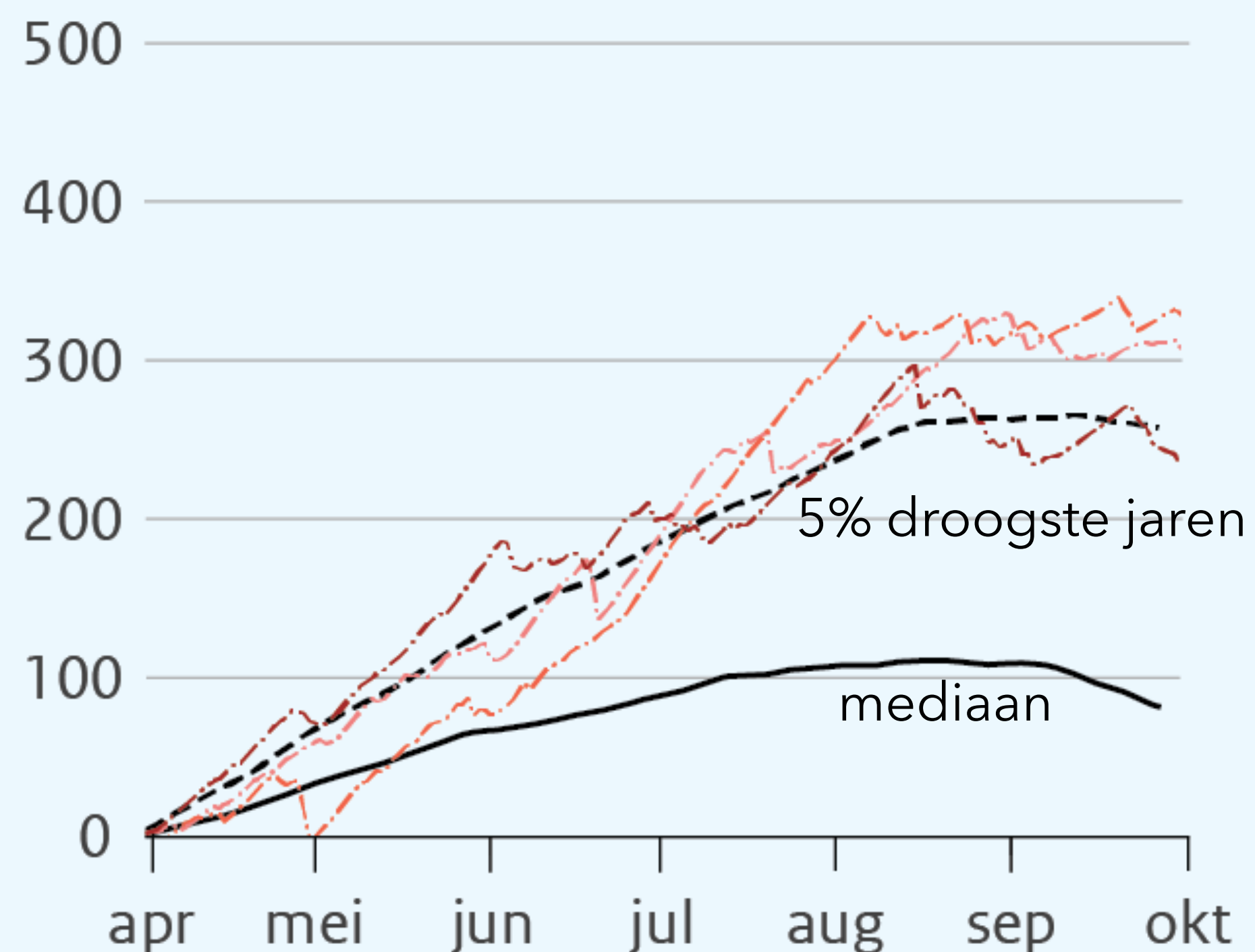
mm **Scenario's 2100**



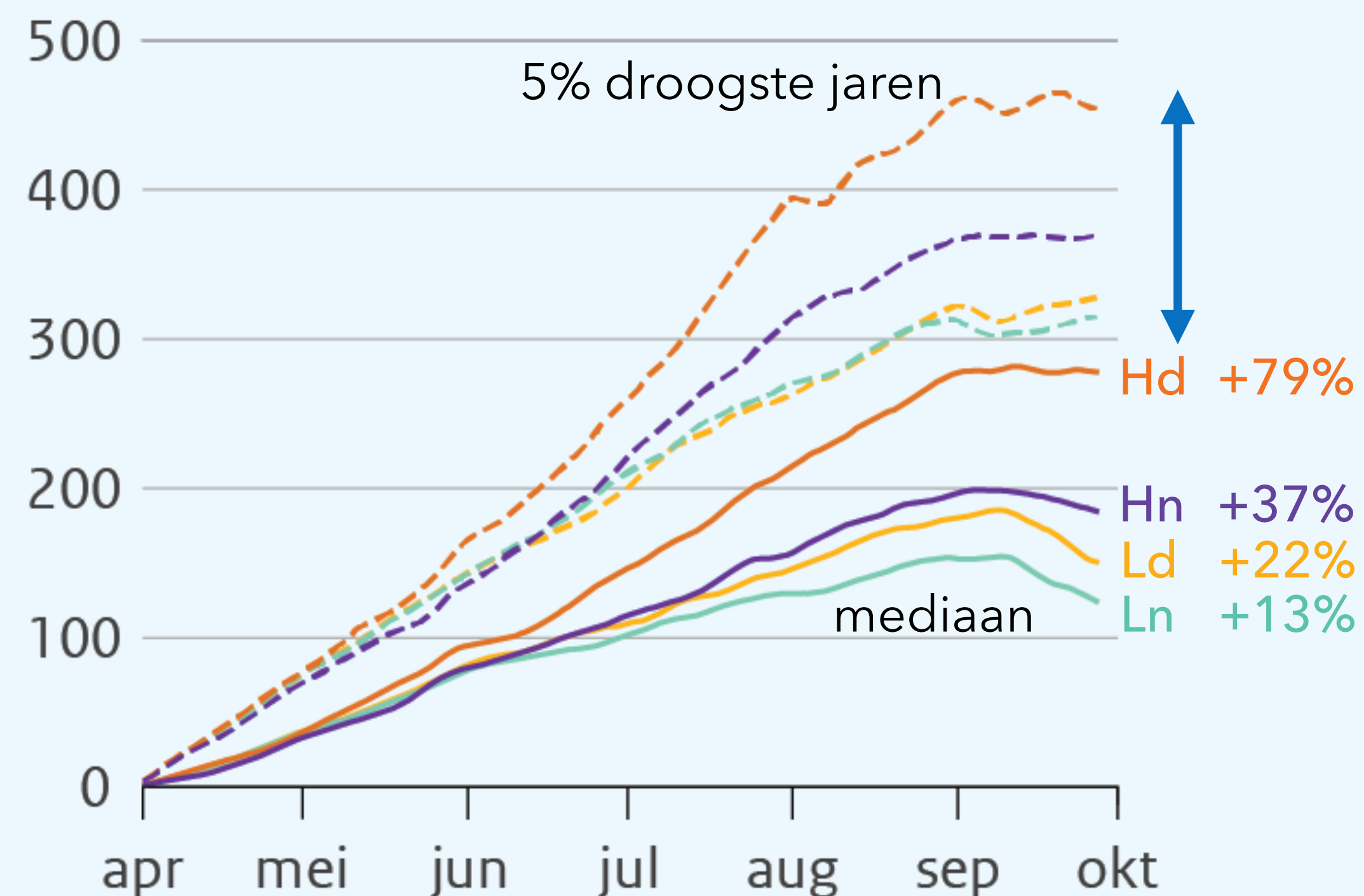
METEOROLOGISCHE DROOGTE

- ▶ Veranderingen in maximaal neerslagtekort (apr - sep), De Bilt

mm **Huidig klimaat**

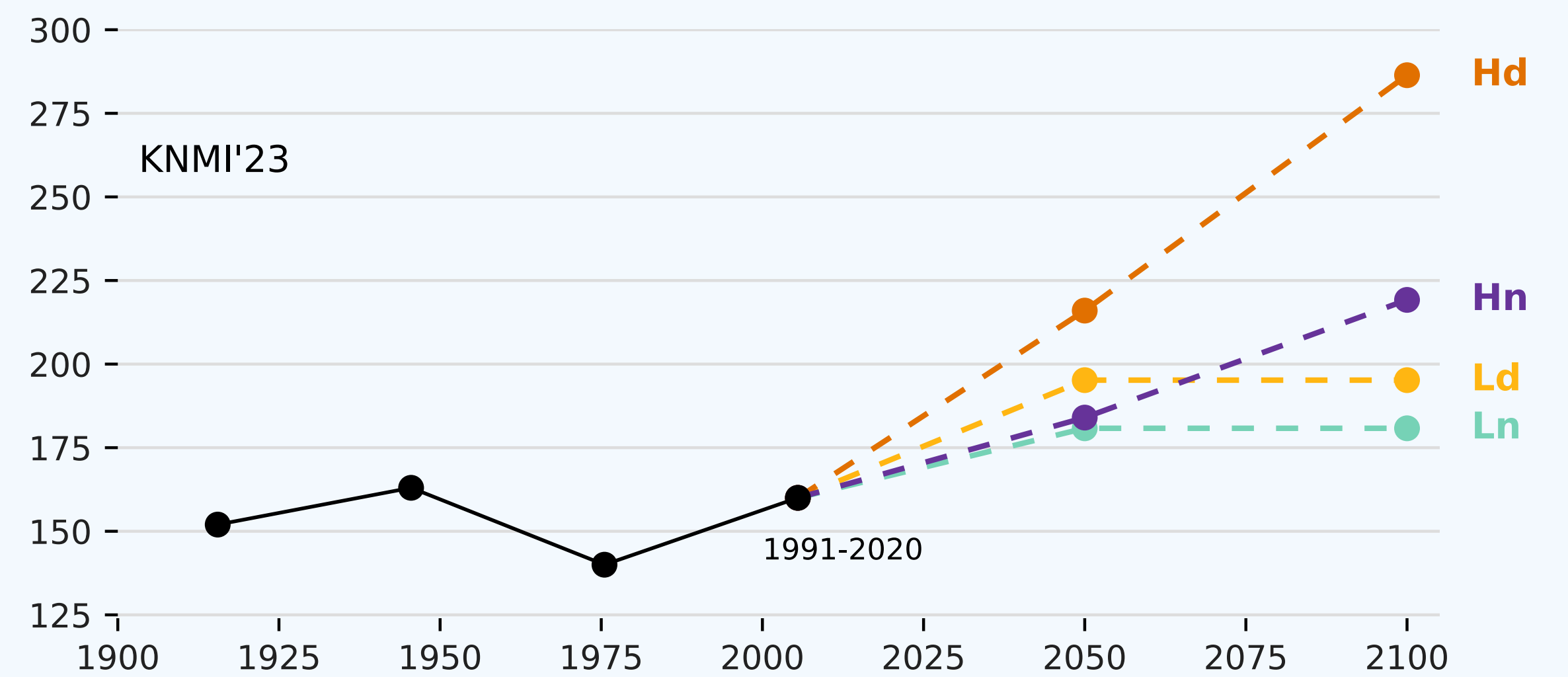
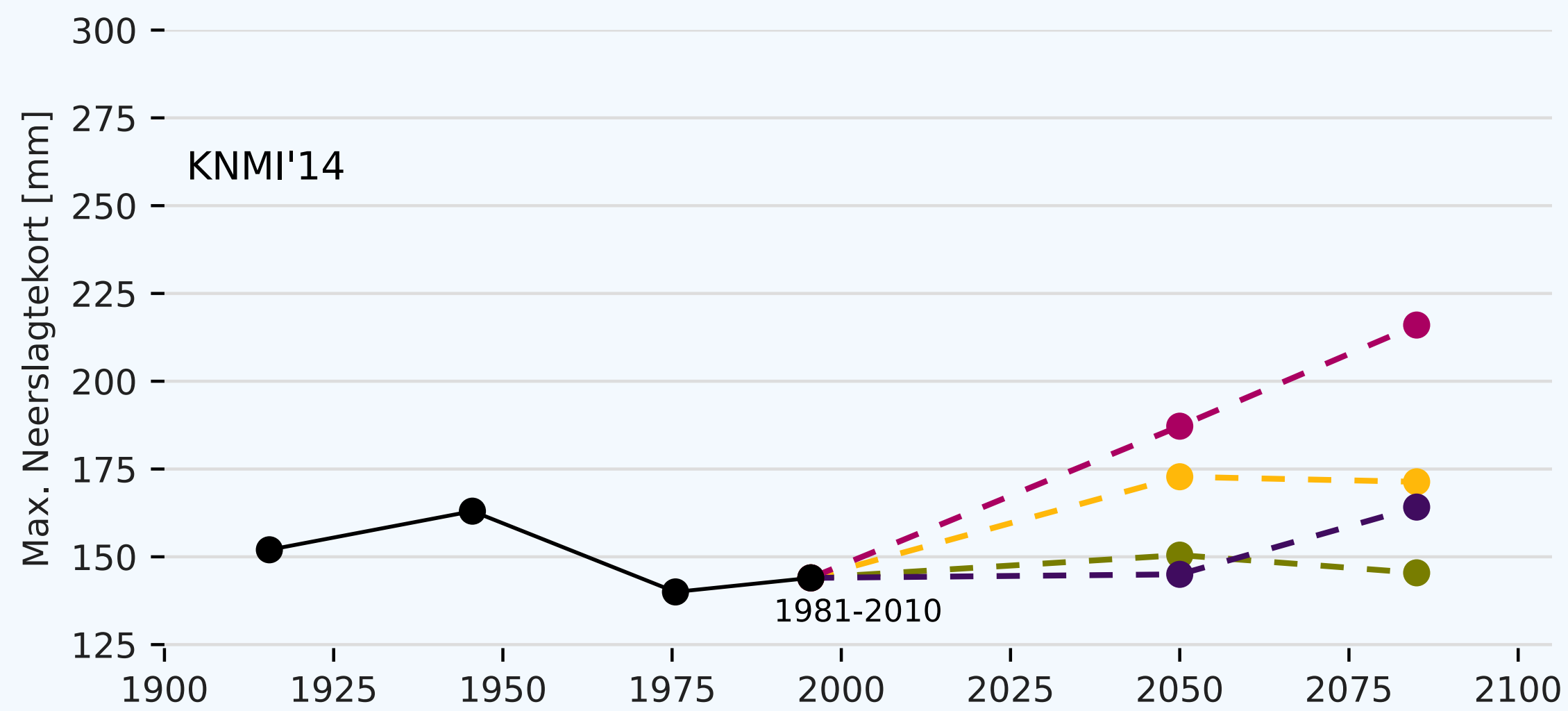


mm **Scenario's 2100**



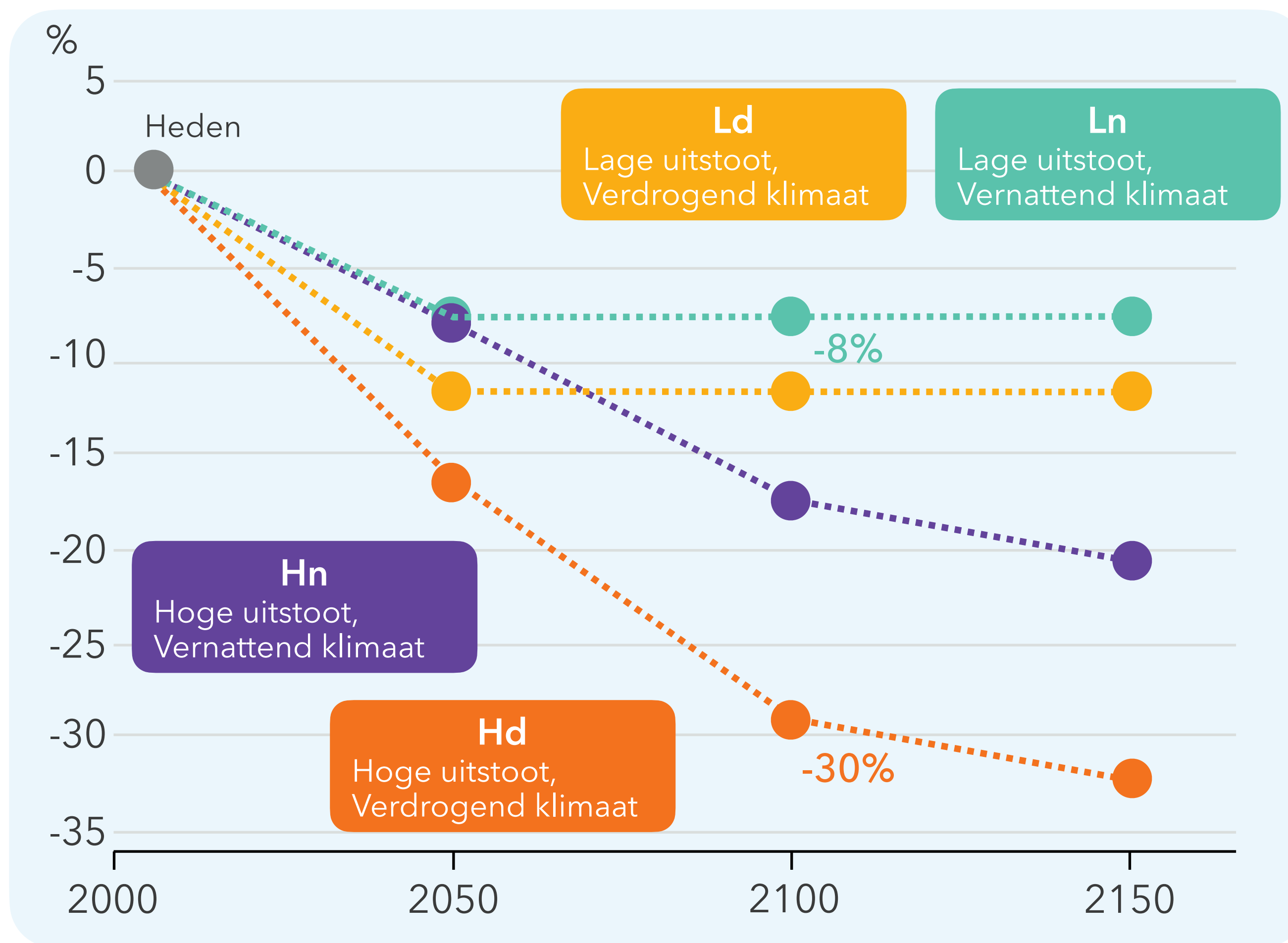
METEOROLOGISCHE DROOGTE

- ▶ Veranderingen in maximaal neerslagtekort (apr - sep)
- ▶ Grotere veranderingen dan in KNMI'14
 - ▶ Deels door verschil in opwarming 2085 en 2100



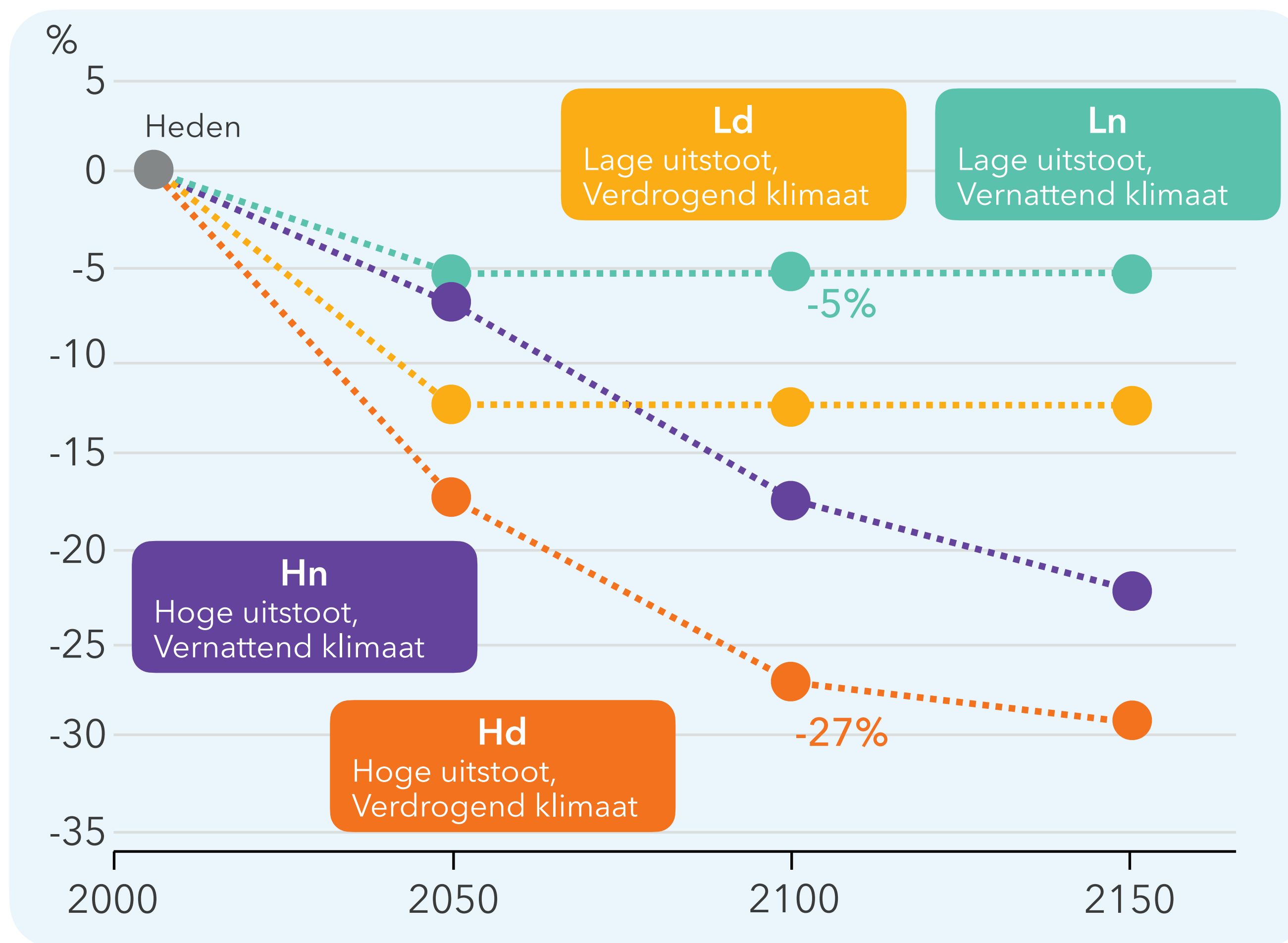
HYDROLOGISCHE DROOGTE

- ▶ Relatieve verandering van de 7-daagse minimum afvoer Rijn



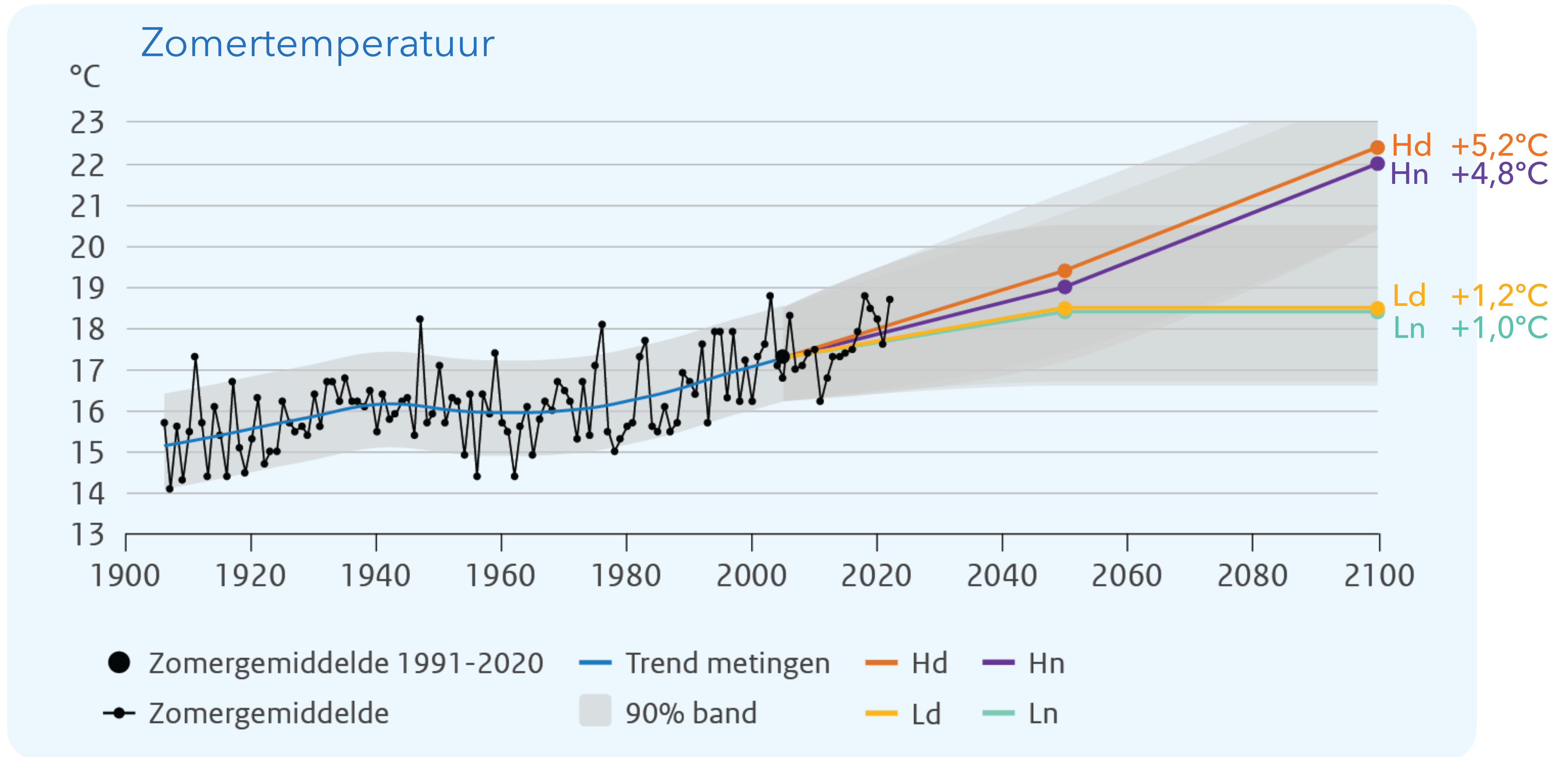
HYDROLOGISCHE DROOGTE

- ▶ Relatieve verandering van de 7-daagse minimum afvoer Maas



ZOMERTEMPERATUREN

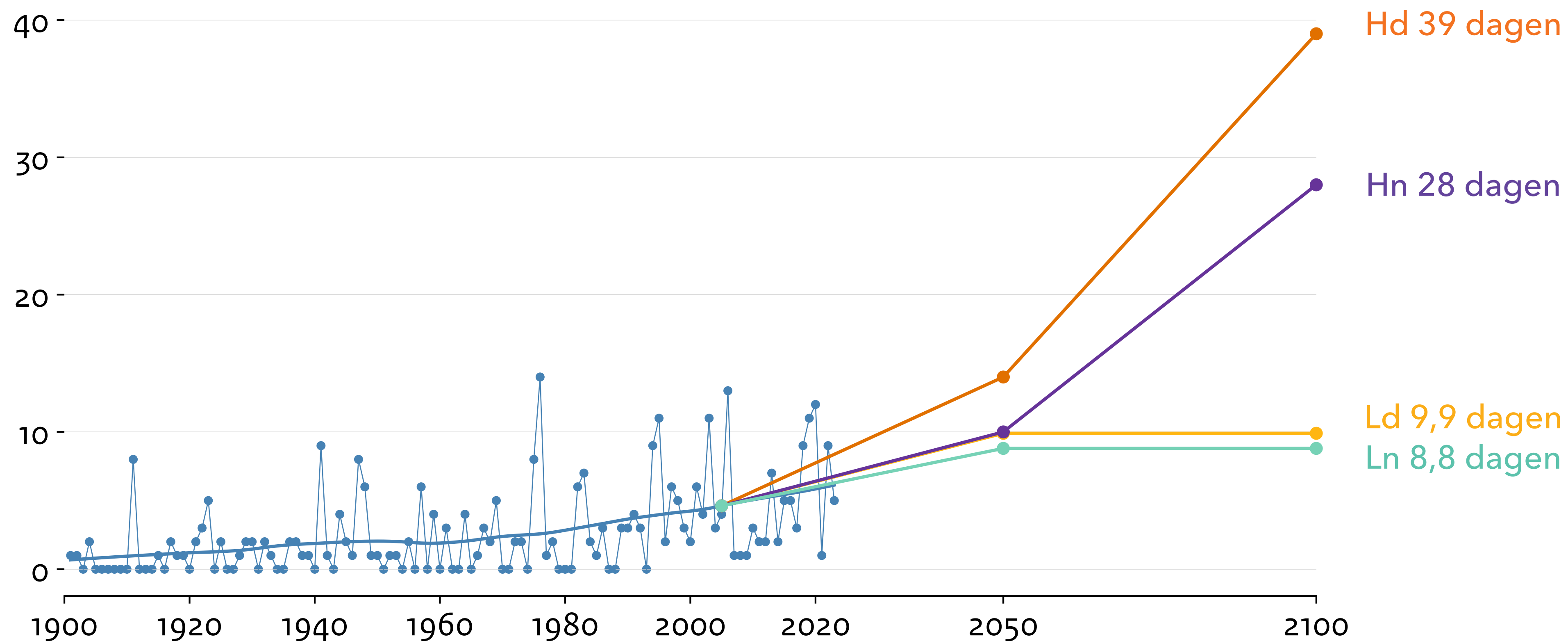
- ▶ Toename zomer-gemiddelde temperatuur (jun-jul-aug)



ZOMERTEMPERATUREN

- ▶ 'Echte' dagen in de toekomstige zomer, voorbeeld De Bilt

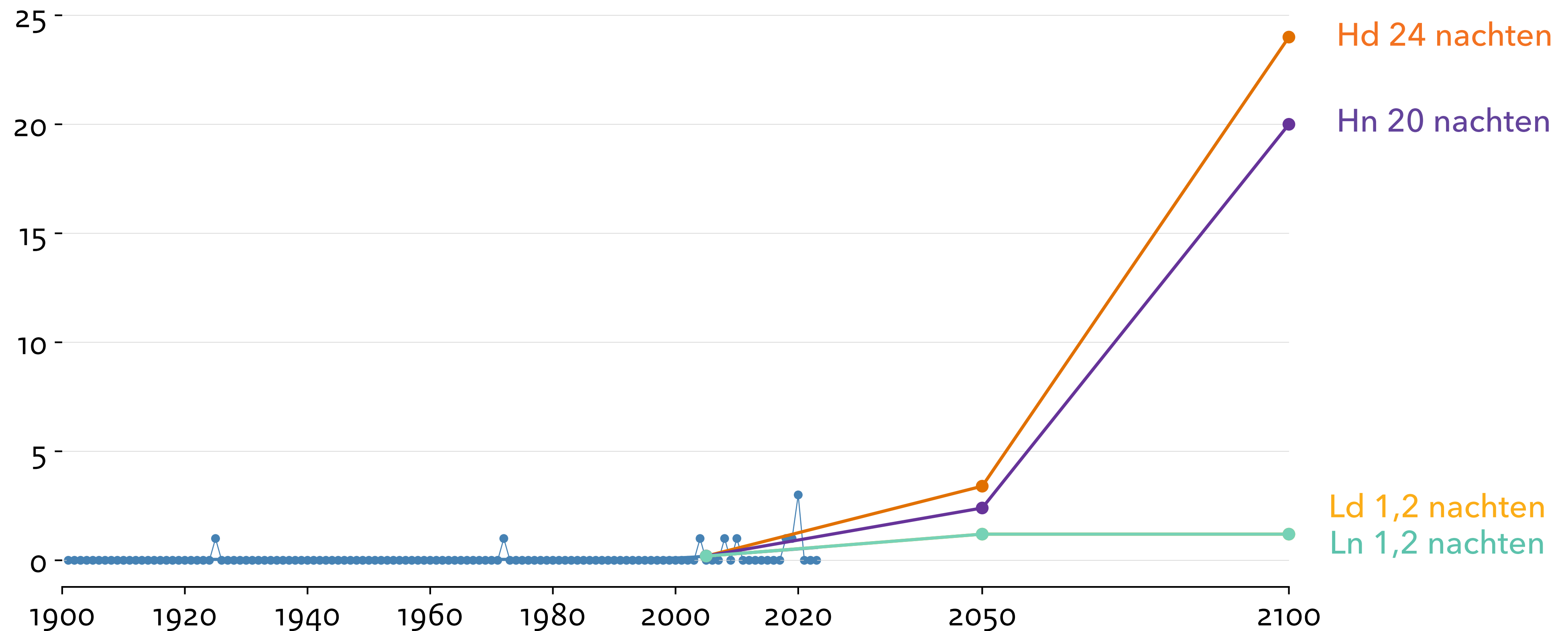
Aantal tropische dagen (maximum temperatuur > 30°C)



ZOMERTEMPERATUREN

- ▶ 'Echte' dagen in de toekomstige zomer, voorbeeld De Bilt

Aantal tropische nachten (minimum temperatuur > 20°C)



ZOMERTEMPERATUREN

► 'Echte' dagen in de toekomstige zomer, voorbeeld De Bilt

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimatologie 1991-2020	2100 Ld	2100 Ln	2100 Hd	2100 Hn
Jaar	Temperatuur	warmste dag per jaar	25,5°C	27,2°C	27,0°C	32,4°C	31,1°C
		aantal warme dagen (max temp ≥ 20 °C)	93 dagen	113 dagen	110 dagen	164 dagen	160 dagen
		aantal zomerse dagen (max temp ≥ 25 °C)	28 dagen	41 dagen	39 dagen	98 dagen	88 dagen
		aantal tropische dagen (max temp ≥ 30 °C)	5,0 dagen	9,9 dagen	8,8 dagen	39 dagen	28 dagen
		aantal dagen met max. temp. ≥ 35 °C	0,2 dagen	0,5 dagen	0,6 dagen	5,0 dagen	4,4 dagen
		aantal dagen met max. temp. ≥ 40 °C	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	1,2 dagen	0,3 dagen
		aantal tropische nachten (min temp ≥ 20 °C)	0,3 dagen	1,2 dagen	1,2 dagen	24 dagen	20 dagen

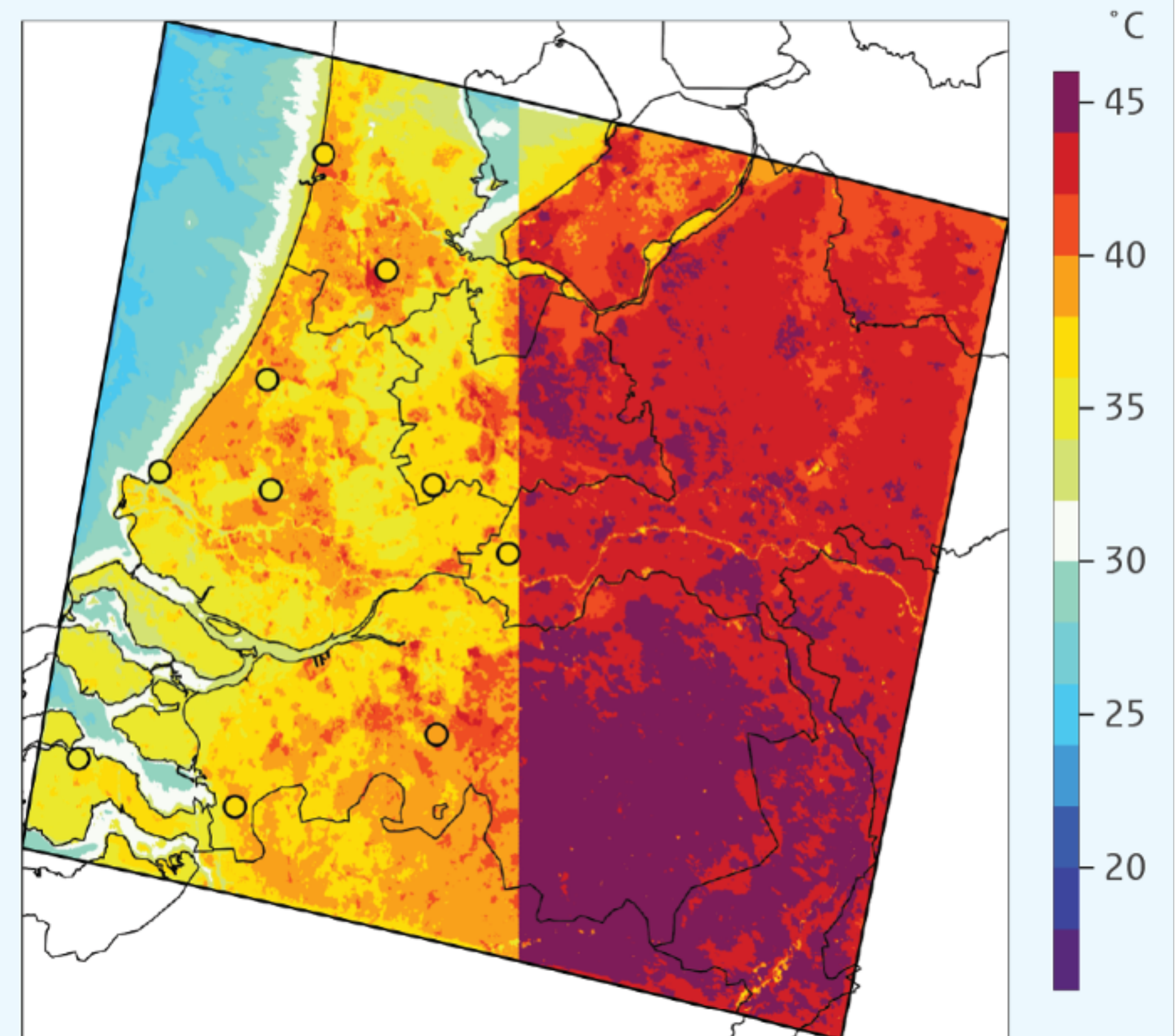
ZOMERTEMPERATUREN

- ▶ 'Echte' dagen in de toekomstige zomer
- ▶ 'Future weather' modelexperiment
- ▶ In 2019 voor het eerst 40°C in NL
- ▶ Met weermodel: hitte 2019 in een 2°C en 4°C warmere klimaat

Zie gebruikersrapport en wetenschappelijk rapport

Extreme hitte

nu (juli 2019) en in een warmer klimaat (+2°C)



Figuur 9 in gebruikersrapport

VIER SCENARIOS VOOR KLIMAATVERANDERING IN NEDERLAND

Het wordt warmer, natter, droger en extremer. De zeespiegel stijgt.



Verdrogend klimaat

Vernattend klimaat

Hoge CO₂-uitstoot

Hoge uitstoot, verdroging



Hoge uitstoot, vernatting



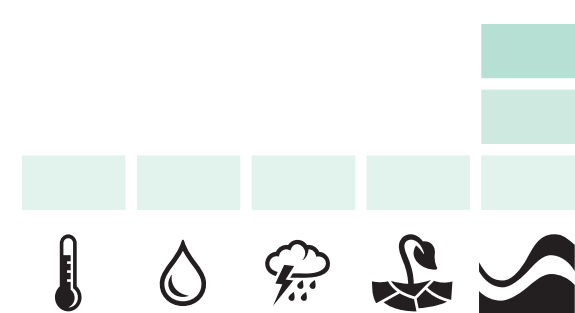
- Zeer sterke toename van de gemiddelde temperatuur en van hitte
- Nattere tot veel nattere winters
- Redelijk tot zeer sterke toename van extreme zomerbuien
- Redelijk tot zeer sterke toename van droogte
- Zeer sterke zeespiegelstijging

Lage CO₂-uitstoot

Lage uitstoot, verdroging



Lage uitstoot, vernatting



- Beperkte toename van de gemiddelde temperatuur en van hitte
- Iets nattere winters
- Beperkte toename van extreme zomerbuien
- Beperkte toename van droogte
- Redelijk sterke zeespiegelstijging

WORKSHOP DROOGTE EN HITTE

- ▶ Presentatie
 - ▶ KNMI'23 scenario methode
 - ▶ KNMI'23 kerncijfers - droogte en hitte
- ▶ **Discussie klimaatadaptatie met aanwezigen**
 - ▶ Ruimte voor vragen
 - ▶ Gesprek over klimaatadaptatie m.b.t. toekomstige droogte en hitte
 - ▶ Gesprek over hoe de scenario's gebruikt (kunnen) worden
- ▶ Feedback
 - ▶ Gebruikerswensen m.b.t. KNMI informatie

WORKSHOP DROOGTE EN HITTE

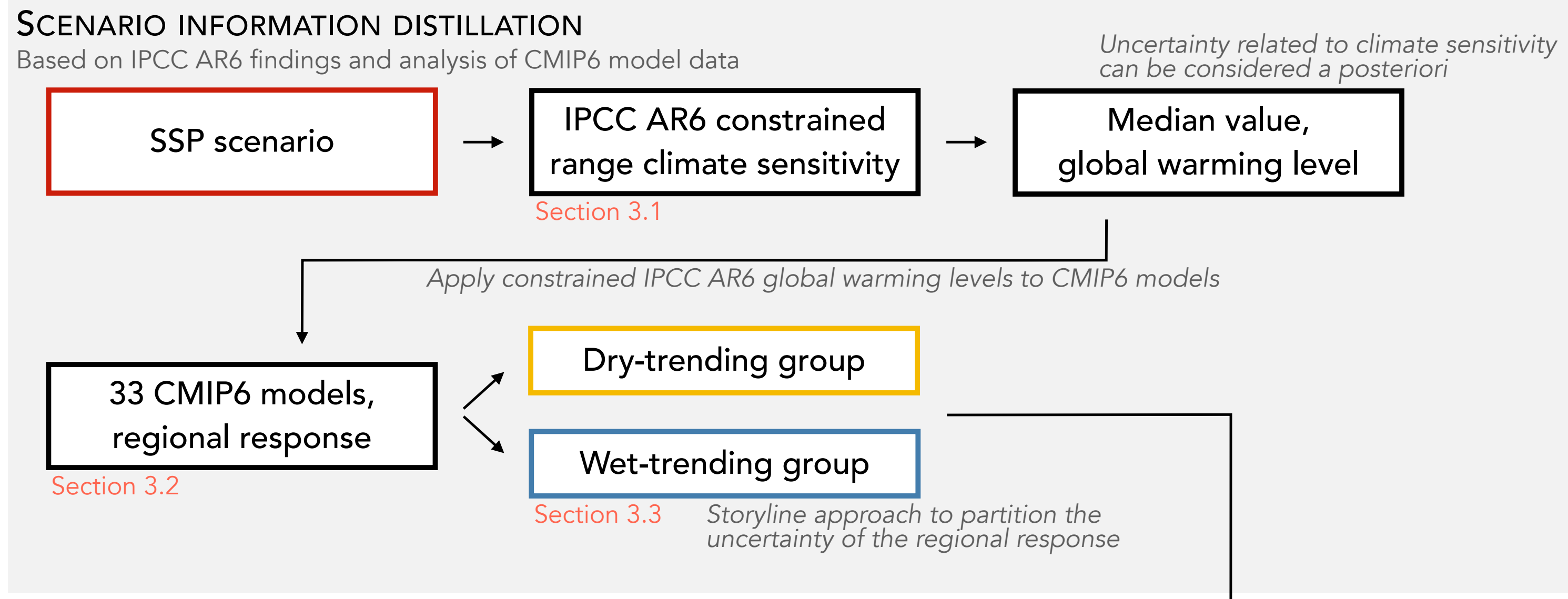
- ▶ Presentatie
 - ▶ KNMI'23 scenario methode
 - ▶ KNMI'23 kerncijfers - droogte en hitte
- ▶ Discussie klimaatadaptatie met aanwezigen
 - ▶ Ruimte voor vragen
 - ▶ Gesprek over klimaatadaptatie m.b.t. toekomstige droogte en hitte
 - ▶ Gesprek over hoe de scenario's gebruikt (kunnen) worden
- ▶ **Feedback**
 - ▶ Gebruikerswensen m.b.t. KNMI informatie

Extra slides

ACHTERGROND SCENARIOS: STAPPEN IN METHODIEK

Scenario informatie

- ▶ IPCC rapport en 33 mondiale klimaatmodellen



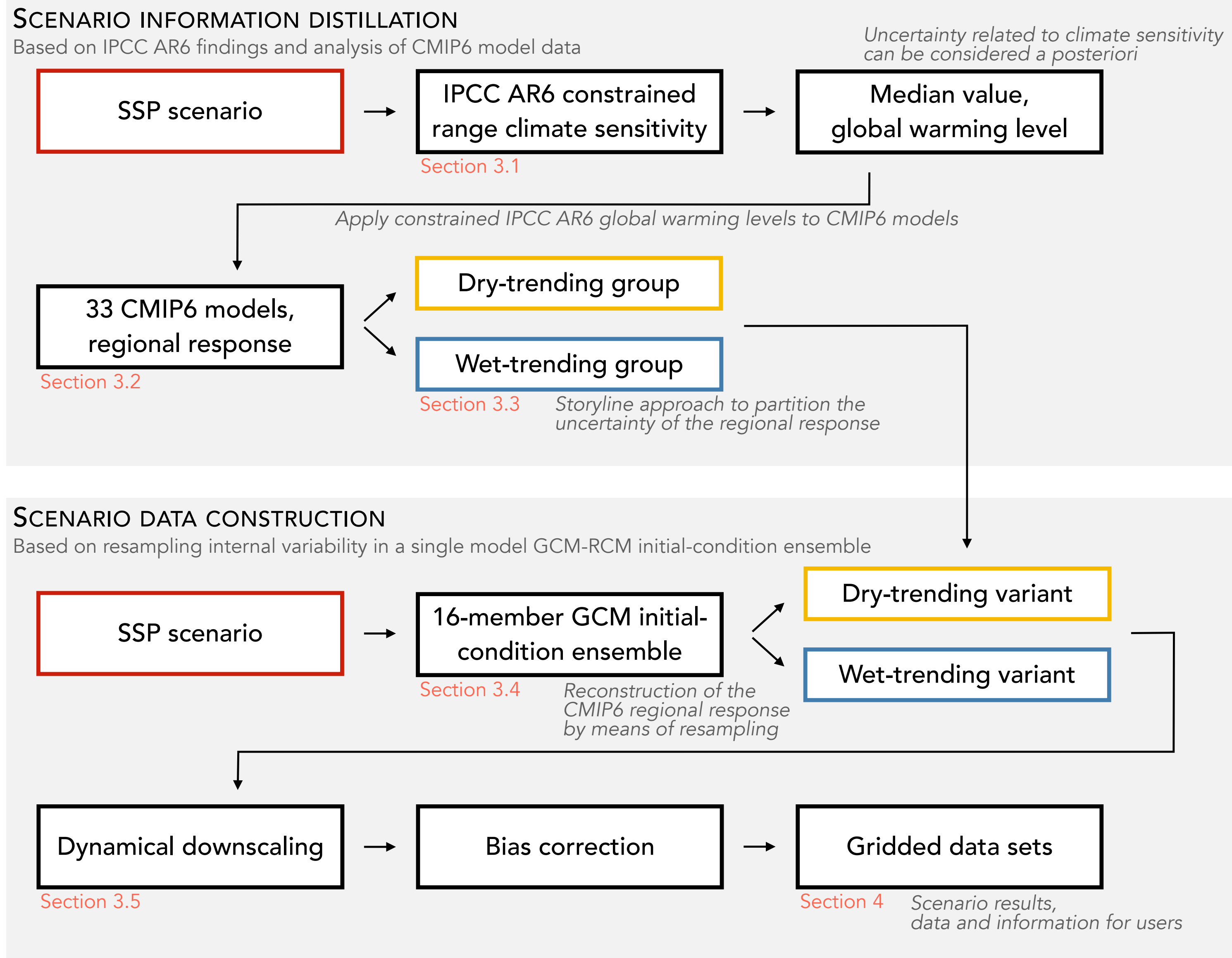
ACHTERGROND SCENARIOS: STAPPEN IN METHODIEK

Scenario informatie

- ▶ IPCC rapport en 33 mondiale klimaatmodellen

Scenario data

- ▶ Reconstructie met EC-Earth
- ▶ Downscalen met RACMO
- ▶ Bias-correctie



ACHTERGROND SCENARIOS: STAPPEN IN METHODIEK

Scenario informatie

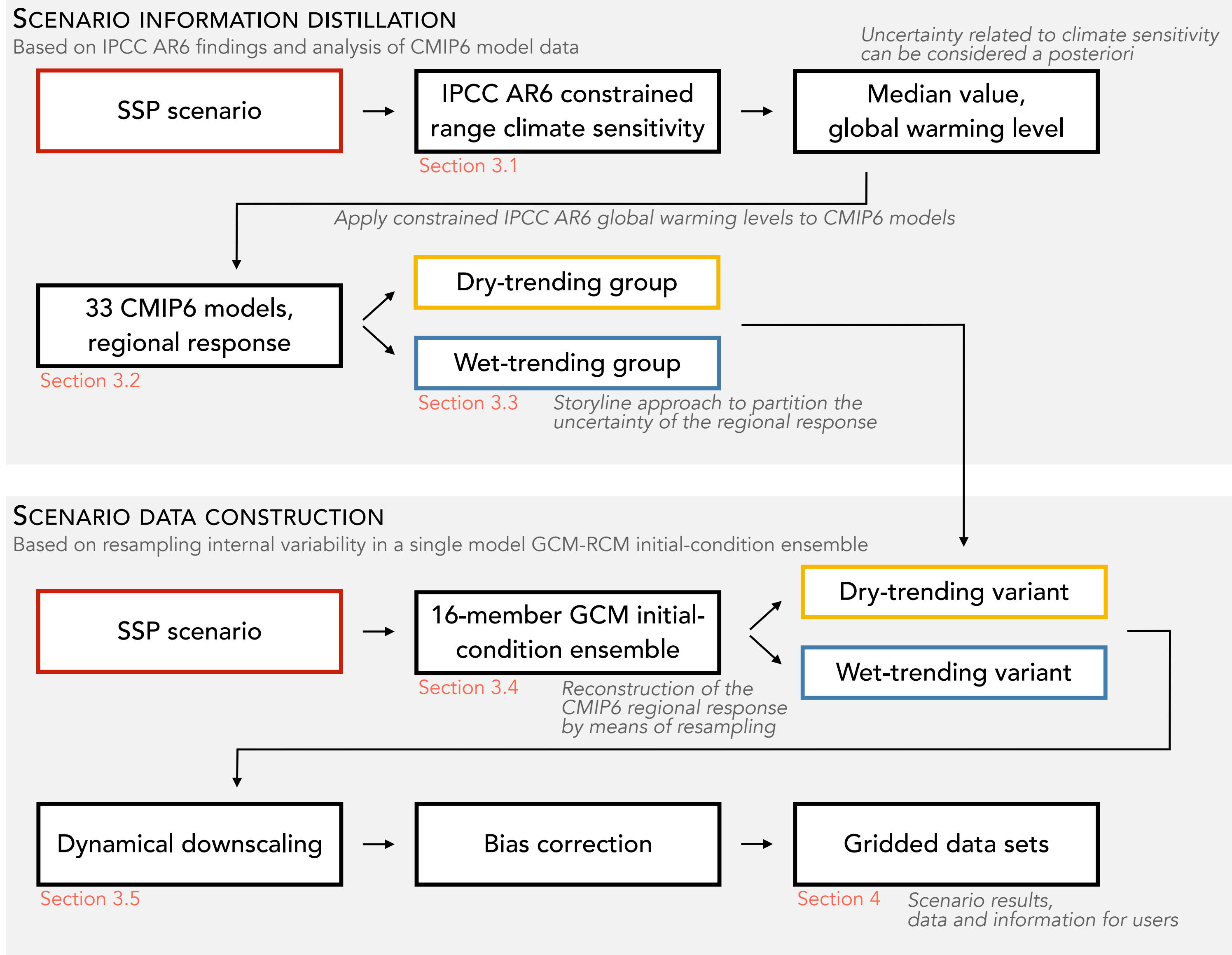
- ▶ IPCC rapport en 33 mondiale klimaatmodellen

Scenario data

- ▶ Reconstructie met EC-Earth
- ▶ Downscalen met RACMO
- ▶ Bias-correctie

Data producten

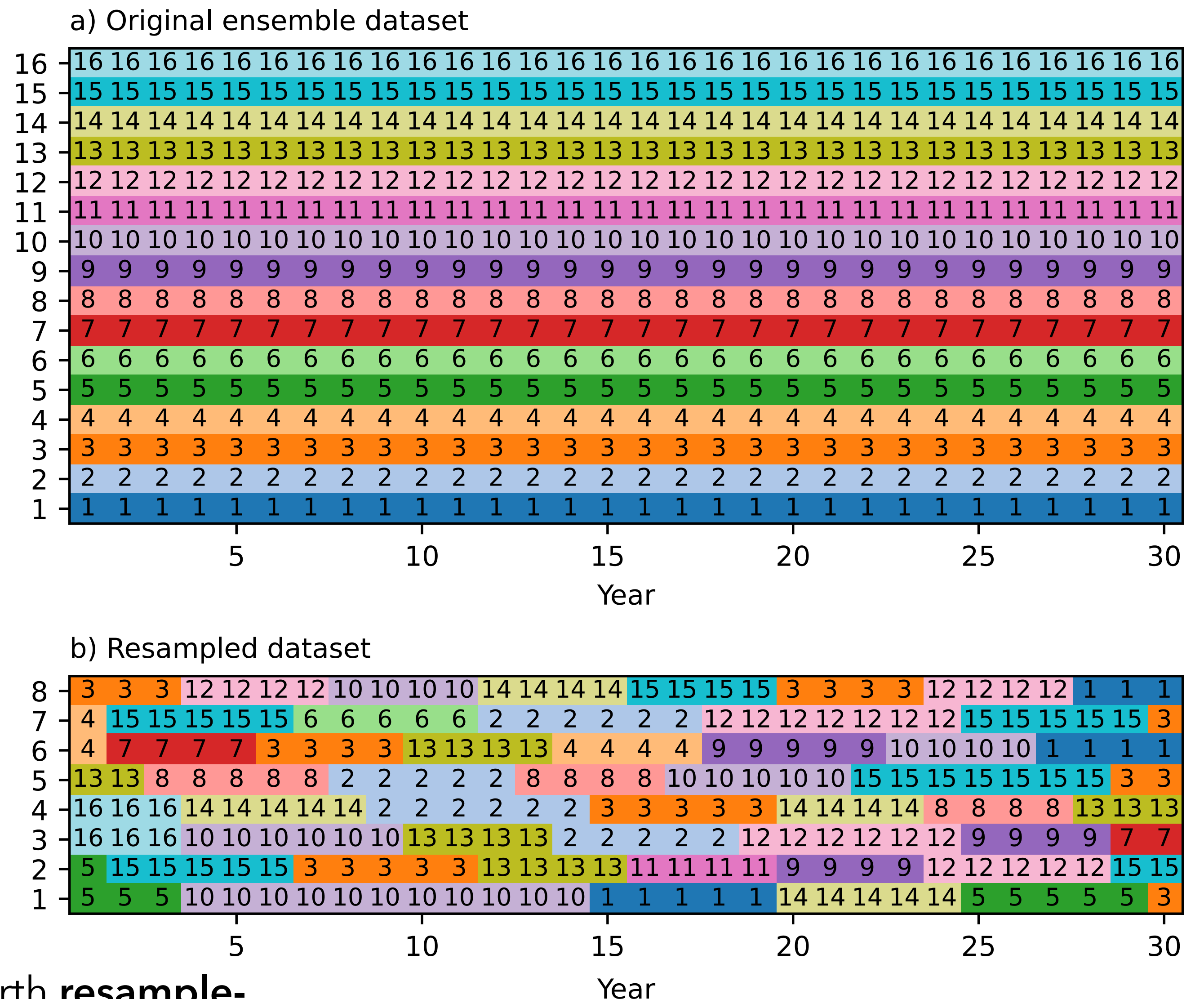
- ▶ Kerncijfers
- ▶ Getransformeerde reeksen
- ▶ Model uitvoer



ACHTERGROND SCENARIOS: RECONSTRUCTIE DOOR 'RESAMPLING'

- ▶ Gegeven de informatie over regionale klimaatverandering uit de 33 mondiale klimaatmodellen (voor Ln, Hd, etc.)
- ▶ Resample (= schuiven tussen ensemble members) de EC-Earth data zodanig, dat dit regionale klimaatverandering-signaal zo goed mogelijk wordt gereproduceerd
- ▶ Reden: vraag om hoge resolutie modeldata

Voorbeeld EC-Earth **resample-dataset** Hd scenario 2100



ACHTERGROND SCENARIOS: RECONSTRUCTIE DOOR 'RESAMPLING'

- ▶ Gegeven de informatie over regionale klimaatverandering uit de 33 mondiale klimaatmodellen (voor Ln, Hd, etc.)
- ▶ Resample (= schuiven tussen ensemble members) de EC-Earth data zodanig, dat dit regionale klimaatverandering-signaal zo goed mogelijk wordt gereproduceerd
- ▶ Reden: vraag om hoge resolutie modeldata

Voorbeeld EC-Earth **resample-**
resultaat, Hd en Hn scenarios 2100

